

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI**

**CO<sub>2</sub> SALIMI, ENERJİ TÜKETİMİ, EKONOMİK BÜYÜME VE  
DIŞA AÇIKLIK İLİŞKİSİ: TÜRKİYE VE ÇİN ÜZERİNE BİR  
İNCELEME**

**Özgür ALTUN**

**DOKTORA TEZİ**

**Danışman: Prof. Dr. Ekrem GÜL**

**OCAK – 2025**

**T.C.  
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**CO<sub>2</sub> SALIMI, ENERJİ TÜKETİMİ, EKONOMİK BÜYÜME  
VE DIŞA AÇIKLIK İLİŞKİSİ: TÜRKİYE VE ÇİN  
ÜZERİNE BİR İNCELEME**

**DOKTORA TEZİ**

**Özgür ALTUN**

**Enstitü Anabilim Dalı: İktisat**

**“Bu tez 06/01/2025 tarihinde yüz yüze olarak savunulmuş olup aşağıdaki isimleri bulunan  
jüri üyeleri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.”**

| <b>JÜRİ ÜYESİ</b>             | <b>KANAATİ</b> |
|-------------------------------|----------------|
| Prof. Dr. Ekrem GÜL           | Başarılı       |
| Prof. Dr. Necati ÇİFTÇİ       | Başarılı       |
| Prof. Dr. Aykut EKİNCİ        | Başarılı       |
| Prof. Dr. Mustafa Kemal AYDIN | Başarılı       |
| Doç. Dr. Hakan YAVUZ          | Başarılı       |

## ETİK BEYAN FORMU

Enstitünüz tarafından Uygulama Esasları çerçevesinde alınan Benzerlik Raporuna göre yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının benzerlik oranının herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve Etik Kurul Onayı gerektiği takdirde onay belgesini aldığımı beyan ederim.

**Etik kurul onay belgesine ihtiyaç var mıdır?**

**Evet** ☐

**Hayır** ☒

(Etik Kurul izni gerektiren araştırmalar aşağıdaki gibidir:

- Anket, mülakat, odak grup çalışması, gözlem, deney, görüşme teknikleri kullanılarak katılımcılardan veri toplanmasını gerektiren nitel ya da nicel yaklaşımlarla yürütülen her türlü araştırmalar,
- İnsan ve hayvanların (materyal/veriler dahil) deneysel ya da diğer bilimsel amaçlarla kullanılması,
- İnsanlar üzerinde yapılan klinik araştırmalar,
- Hayvanlar üzerinde yapılan araştırmalar,
- Kişisel verilerin korunması kanunu gereğince retrospektif çalışmalar.)

**Özgür ALTUN**

**06/01/2025**

## ÖN SÖZ

Doktora eğitimi zorlu bir süreç. Bu zorlu süreçte, benden maddi ve manevi desteklerini eksik etmeyen değerli aileme ve arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim. Ayrıca danışman hocam Prof. Dr. Ekrem Gül'e tüm desteklerinden ve anlayışından ötürü içtenlikle teşekkür ederim. Tez izleme sürecinde desteklerini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Mustafa Kemal Aydın ve Doç. Dr. Hakan Yavuz'a ayrı ayrı şükranlarımı sunarım.

**Özgür ALTUN**

**06/01/2025**

## İÇİNDEKİLER

|                     |      |
|---------------------|------|
| KISALTMALAR.....    | iv   |
| TABLO LİSTESİ.....  | vi   |
| ŞEKİL LİSTESİ ..... | vii  |
| GRAFİK LİSTESİ..... | viii |
| ÖZET .....          | x    |
| ABSTRACT .....      | xi   |

|            |   |
|------------|---|
| GİRİŞ..... | 1 |
|------------|---|

### 1. BÖLÜM: ÇAĞIMIZIN ÇEVRE SORUNU İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, FİZİKSEL TEMELLER VE TANIMLAR.....13

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1. Çevre Kavramı ve Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkışı.....                          | 13 |
| 1.2. Çevre Sorunlarının Nedenleri .....                                              | 15 |
| 1.3. Çağımızın En Büyük Çevre Sorunu: İklim Değişikliği.....                         | 23 |
| 1.4. İklim Değişikliği ve Hava Durumu İlişkisi .....                                 | 26 |
| 1.5. Sera Etkisi.....                                                                | 27 |
| 1.6. Işınimsal Zorlama .....                                                         | 31 |
| 1.7. Küresel Isınma .....                                                            | 33 |
| 1.8. İklim Duyarlılığı .....                                                         | 34 |
| 1.9. Hedefteki Sera Gazı: Karbondioksit (CO <sub>2</sub> ) .....                     | 35 |
| 1.10. İklim Değişikliğinin Nedenleri .....                                           | 38 |
| 1.11. IPCC Raporları İklim Değişikliğinde İnsan Etkisi Hakkında Neler Söylüyor? .... | 41 |
| 1.12. Genel Değerlendirme.....                                                       | 44 |

### 2. BÖLÜM: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE ULUSLARASI

#### GİRİŞİMLER VE POLİTİKALAR .....46

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1. Montreal Protokolü.....                                        | 49 |
| 2.2. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ..... | 50 |
| 2.3. Kyoto Protokolü .....                                          | 52 |
| 2.3.1. Temiz Kalkınma Mekanizması .....                             | 55 |
| 2.3.2. Ortak Yürütme.....                                           | 56 |
| 2.3.3. Emisyon Ticareti .....                                       | 56 |
| 2.4. Kopenhag Mutabakatı .....                                      | 59 |

|                                                                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.5. Paris Anlaşması .....                                                                                                                    | 60         |
| 2.6. Avrupa Yeşil Mutabakatı.....                                                                                                             | 64         |
| 2.7. İklim Değişikliği İle Uluslararası Mücadelede Bazı Zorluklar .....                                                                       | 67         |
| 2.8. Genel Değerlendirme.....                                                                                                                 | 71         |
| <b>3. BÖLÜM: EKONOMİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ .....</b>                                                                                              | <b>76</b>  |
| 3.1. Sosyal Organizasyon Biçimleri ve Çevre .....                                                                                             | 78         |
| 3.2. İktisatta Çevre Düşüncesinin Gelişimi .....                                                                                              | 81         |
| 3.3. Çevre Ekonomisi .....                                                                                                                    | 89         |
| 3.4. Ekolojik İktisat .....                                                                                                                   | 91         |
| 3.5. Genel Değerlendirme.....                                                                                                                 | 99         |
| <b>4. BÖLÜM: TÜRKİYE VE ÇİN'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ .....</b>                                                                                 | <b>103</b> |
| 4.1. Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvik Politikaları .....                                                                                 | 103        |
| 4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Görünümü .....                                                                                        | 104        |
| 4.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları.....                                                                                        | 111        |
| 4.4. Çin’de Yenilenebilir Enerjinin Görünümü .....                                                                                            | 121        |
| 4.5. Çin’de Yenilenebilir Enerji Politikaları.....                                                                                            | 128        |
| 4.6. Genel Değerlendirme.....                                                                                                                 | 144        |
| <b>5. BÖLÜM: CO<sub>2</sub> SALIMI, ENERJİ TÜKETİMİ, EKONOMİK BÜYÜME VE<br/>DIŞA AÇIKLIK İLİŞKİSİNE DAİR TEORİK VE AMPİRİK LİTERATÜR.....</b> | <b>147</b> |
| 5.1. Ekonomik Büyüme ve CO <sub>2</sub> Salımı İlişkisi .....                                                                                 | 148        |
| 5.2. Ekonomik Büyüme ve CO <sub>2</sub> Salımı Arasındaki İlişkiye Dair Teorik Literatür .....                                                | 154        |
| 5.2.1. IPAT Modeli.....                                                                                                                       | 156        |
| 5.2.2. Kaya Özdeşliği .....                                                                                                                   | 157        |
| 5.2.3. Çevresel Kuznets Eğrisi .....                                                                                                          | 158        |
| 5.3. Ekonomik Büyüme ve CO <sub>2</sub> Salımı Arasındaki İlişkiye Dair Ampirik Literatür...                                                  | 167        |
| 5.4. Enerji Tüketimi ve CO <sub>2</sub> Salımı İlişkisi .....                                                                                 | 179        |
| 5.5. Enerji Tüketimi ve CO <sub>2</sub> Salımı Arasındaki İlişkiye Dair Ampirik Literatür.....                                                | 183        |
| 5.6. Dışa Açıklık ve CO <sub>2</sub> Salımı İlişkisi.....                                                                                     | 193        |
| 5.6.1. Kirlilik Cenneti Hipotezi ve Kirlilik Hale Hipotezi .....                                                                              | 200        |
| 5.7. Dışa Açıklık ve CO <sub>2</sub> Salımı Arasındaki İlişkiye Dair Ampirik Literatür.....                                                   | 211        |
| 5.8. Genel Değerlendirme.....                                                                                                                 | 224        |
| <b>6. BÖLÜM: AMPİRİK UYGULAMA .....</b>                                                                                                       | <b>226</b> |

|                                         |            |
|-----------------------------------------|------------|
| 6.1. Yöntem ve Veri Seti .....          | 226        |
| 6.2. Model Tahminleri .....             | 231        |
| 6.3. Nedensellik Testi Uygulaması ..... | 248        |
| 6.4. Karşılaştırmalı Ülke Analizi ..... | 252        |
| <b>SONUÇ .....</b>                      | <b>274</b> |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>                   | <b>313</b> |
| <b>ÖZ GEÇMİŞ .....</b>                  | <b>357</b> |



## KISALTMALAR

|                       |                                                            |
|-----------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>AB</b>             | : Avrupa Birliği                                           |
| <b>ABD</b>            | : Amerika Birleşik Devletleri                              |
| <b>ARDL</b>           | : Autoregressive Distrubeted Lag                           |
| <b>AR-GE</b>          | : Araştırma Geliştirme                                     |
| <b>AYM</b>            | : Avrupa Yeşil Mutabakatı                                  |
| <b>BM</b>             | : Birleşmiş Milletler                                      |
| <b>BMİDÇS</b>         | : Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi |
| <b>CO<sub>2</sub></b> | : Karbondioksit                                            |
| <b>ÇKE</b>            | : Çevresel Kuznets Eğrisi                                  |
| <b>DPT</b>            | : Devlet Planlama Teşkilatı                                |
| <b>DTÖ</b>            | : Dünya Ticaret Örgütü                                     |
| <b>DYY</b>            | : Doğrudan Yabancı Yatırımlar                              |
| <b>EPDK</b>           | : Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu                         |
| <b>EPIAŞ</b>          | : Enerji Piyasaları İşletme A.Ş.                           |
| <b>ETS</b>            | : Emisyon Ticaret Sistemi                                  |
| <b>GES</b>            | : Güneş Enerji Santrali                                    |
| <b>GSYİH</b>          | : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla                                |
| <b>GWP</b>            | : Küresel Isınma Potansiyeli                               |
| <b>IAEA</b>           | : İnternational Atomic Energy Agency                       |
| <b>IEA</b>            | : İnternational Energy Agency                              |
| <b>INDC</b>           | : Niyet Edilmiş Ulusal Katkı Beyanı                        |
| <b>IPCC</b>           | : Intergovermental Panel On Climate Change                 |
| <b>KCH</b>            | : Kirlilik Cenneti Hipotezi                                |
| <b>KDBR</b>           | : Kısa Dalga Boyundaki Radyasyon                           |
| <b>KHH</b>            | : Kirlilik Hale Hipotezi                                   |
| <b>KİT</b>            | : Kamu İktisadi Teşebbüsü                                  |
| <b>NAFTA</b>          | : North American Free Trade Agreement                      |
| <b>NDC</b>            | : Ulusal Katkı Beyanı                                      |
| <b>NDRC</b>           | : Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu                      |
| <b>OY</b>             | : Ortak Yürütme                                            |
| <b>RPS</b>            | : Renewable Portfolio Standards                            |



|               |                                                          |
|---------------|----------------------------------------------------------|
| <b>SKDM</b>   | : Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması                 |
| <b>TKM</b>    | : Temiz Kalkınma Mekanizması                             |
| <b>TÜBA</b>   | : Türkiye Bilimler Akademisi                             |
| <b>UZDR</b>   | : Uzun Dalga Boyundaki Radyasyon                         |
| <b>UNEP</b>   | : Birleşmiş Milletler  evre Programı                     |
| <b>PH</b>     | : Porter Hipotezi                                        |
| <b>PV</b>     | : Fotovoltaik                                            |
| <b>VAR</b>    | : Vector Autoregression                                  |
| <b>WMO</b>    | : Dünya Meteoroloji  rg t                                |
| <b>YEKA</b>   | : Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları                   |
| <b>YEKDEM</b> | : Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması |
| <b>YEK-G</b>  | : Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti                    |
| <b>YZ</b>     | : Yapay Zeka                                             |

## TABLO LİSTESİ

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Tablo 1:</b> İklim Değişikliğinde Yaşanan Bilimsel İlerlemelerin Dönüm Noktaları.....     | 24  |
| <b>Tablo 2:</b> Bazı Sera Gazlarının 100 Yıllık GWP Değerleri (IPCC, 2007).....              | 30  |
| <b>Tablo 3:</b> Işınımsal Zorlama Faktörleri ve Yeryüzü Isı Dengesi.....                     | 32  |
| <b>Tablo 4:</b> Atmosferdeki Sera Gazlarının Birikimini Arttıran İnsan Etkinlikleri.....     | 33  |
| <b>Tablo 5:</b> Küresel Isınmada İnsan Etkisini Gösteren Kanıtlar .....                      | 40  |
| <b>Tablo 6:</b> İklim Değişikliğine Yönelik Anahtar Niteliğindeki 10 Çözüm .....             | 45  |
| <b>Tablo 7:</b> BMİDÇS ve Kyoto Protokolünde Resmi Ülke Sınıflandırması.....                 | 53  |
| <b>Tablo 8:</b> BMİDÇS ile Kyoto Protokolü Arasındaki Temel Farklılıklar.....                | 54  |
| <b>Tablo 9:</b> Esneklik Mekanizmalarının Genel Özellikleri.....                             | 55  |
| <b>Tablo 10:</b> İnsan Sosyal Sistemlerinin Özellikleri .....                                | 81  |
| <b>Tablo 11:</b> Tamamlanan YEKA Yarışmalarına İlişkin Temel Bilgiler.....                   | 119 |
| <b>Tablo 12:</b> Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Çin’de Uygulanan Bazı Teşvikler .....        | 136 |
| <b>Tablo 13:</b> Değişkenler ve Tanımları .....                                              | 229 |
| <b>Tablo 14:</b> Türkiye Veri Seti İçin Tanımlayıcı İstatistikler .....                      | 231 |
| <b>Tablo 15:</b> Türkiye Veri Seti İçin Düzenlenen Korelasyon Matrisi.....                   | 232 |
| <b>Tablo 16:</b> PP Birim Kök Testi Sonuçları .....                                          | 234 |
| <b>Tablo 17:</b> ADF Birim Kök Testi Sonuçları .....                                         | 234 |
| <b>Tablo 18:</b> Türkiye İçin Sınır Testi, Uzun ve Kısa Dönem Katsayıları, Tanısal Testler   | 237 |
| <b>Tablo 19:</b> Çin Veri Seti İçin Tanımlayıcı İstatistikler .....                          | 240 |
| <b>Tablo 20:</b> Çin Veri Seti İçin Düzenlenen Korelasyon Matrisi .....                      | 240 |
| <b>Tablo 21:</b> PP Birim Kök Testi Sonuçları .....                                          | 242 |
| <b>Tablo 22:</b> ADF Birim Kök Testi Sonuçları .....                                         | 243 |
| <b>Tablo 23:</b> Çin İçin Sınır Testi, Uzun ve Kısa Dönem Katsayıları, Tanısal Testler ..... | 244 |
| <b>Tablo 24:</b> Kısa Dönem Nedensellik Testi Sonuçları .....                                | 249 |
| <b>Tablo 25:</b> Uzun Dönem Nedensellik Testi Sonuçları .....                                | 251 |
| <b>Tablo 26:</b> Ampirik Uygulamaların Özet Sonuçları .....                                  | 274 |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 1: Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri.....  | 3   |
| Şekil 2: Sera Etkisi.....                                            | 28  |
| Şekil 3: Keeling Eğrisi .....                                        | 37  |
| Şekil 4: Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiyi Teşvik Politikaları ..... | 115 |
| Şekil 5: Sürükleyici Güç Modeli .....                                | 146 |
| Şekil 6: Çevresel Kuznets Eğrisi.....                                | 161 |
| Şekil 7: Çevresel Kuznets Eğrisinin Yatıklaşması.....                | 165 |
| Şekil 8: Kirlilik Cenneti Hipotezinin Şematik Gösterimi .....        | 204 |



## GRAFİK LİSTESİ

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Grafik 1:</b> Türkiye ve Çin'in Verilerinin Grafikselsel Gösterimi .....                       | 10  |
| <b>Grafik 2:</b> 2000-2022 Yılları Arasında Kurulu Jeotermal Kapasitesi.....                      | 106 |
| <b>Grafik 3:</b> Türkiye’de Kişi Başına Fosil Yakıt Kaynaklı Enerji Tüketimi .....                | 108 |
| <b>Grafik 4:</b> Türkiye’de Kaynağa Göre Kişi Başına Yenilenebilir Enerji Tüketimi .....          | 108 |
| <b>Grafik 5:</b> Türkiye’de Kaynağa Göre Elektrik Üretimi .....                                   | 109 |
| <b>Grafik 6:</b> 1971-2014 Yılları Arasında Türkiye’de Enerji İthalatı ve İhracatı (%) .....      | 112 |
| <b>Grafik 7:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Yıllık Hidroelektrik Üretimi.....                     | 122 |
| <b>Grafik 8:</b> 2000-2022 Yılları Arasında Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi .....               | 123 |
| <b>Grafik 9:</b> 2000-2022 Yılları Arasında Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi .....                | 124 |
| <b>Grafik 10:</b> Çin’de Kişi Başına Fosil Yakıt Kaynaklı Enerji Tüketimi .....                   | 125 |
| <b>Grafik 11:</b> Çin’de Kaynağa Göre Kişi Başına Yenilenebilir Enerji Tüketimi .....             | 125 |
| <b>Grafik 12:</b> Çin’de Kaynağa Göre Elektrik Üretimi .....                                      | 126 |
| <b>Grafik 13:</b> 1971-2014 Yılları Arasında Çin’de Enerji İthalatı ve İhracatı (%) .....         | 129 |
| <b>Grafik 14:</b> Türkiye Veri Setindeki Değişkenlerin Zaman Yolu Grafikleri .....                | 233 |
| <b>Grafik 15:</b> Türkiye İçin Tahmin Edilen Modelin CUSUM ve CUSUM <sup>2</sup> Testleri .....   | 239 |
| <b>Grafik 16:</b> Çin Veri Setindeki Değişkenlerin Zaman Yolu Grafikleri .....                    | 241 |
| <b>Grafik 17:</b> Çin İçin Tahmin Edilen Modelin CUSUM ve CUSUM <sup>2</sup> Testleri .....       | 247 |
| <b>Grafik 18:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Yıllık CO <sub>2</sub> Salımları .....               | 253 |
| <b>Grafik 19:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına CO <sub>2</sub> Salımları .....          | 253 |
| <b>Grafik 20:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına Düşen GSYİH .....                        | 254 |
| <b>Grafik 21:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Üretimin Karbon Yoğunluğu.....                       | 255 |
| <b>Grafik 22:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına Birincil Enerji Tüketimi.....            | 256 |
| <b>Grafik 23:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına Kömür Tüketimi.....                      | 257 |
| <b>Grafik 24:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Enerji Üretiminin Karbon Yoğunluğu.....              | 258 |
| <b>Grafik 25:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına Yenilenebilir Enerji Tüketimi ...        | 258 |
| <b>Grafik 26:</b> 1979-2022 Yılları Arasında DYY’nin GSYİH’deki Payı .....                        | 260 |
| <b>Grafik 27:</b> 1990-2012 Yıllarında Çin’de Sektörlere Göre Enerji Yoğunluğu.....               | 263 |
| <b>Grafik 28:</b> 1990-2012 Yıllarında Türkiye’de Sektörlere Göre Enerji Yoğunluğu.....           | 266 |
| <b>Grafik 29:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Ticari Dışa Açıklık .....                            | 268 |
| <b>Grafik 30:</b> 1990-2022 Yıllarında Tüketime Dayalı ve Bölgesel CO <sub>2</sub> Salımları..... | 269 |
| <b>Grafik 31:</b> 1970-2022 Yılları Arasında Enerji Yoğunluğu .....                               | 273 |

|                                                                                      |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Grafik 32:</b> Sürdürülebilir Enerji Alanında Patent Başvuruları.....             | 288 |
| <b>Grafik 33:</b> 1996-2021 Yılları Arasında AR-GE Harcamalarının GSYİH'deki Payı .. | 288 |



| ÖZET                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| <b>Başlık:</b> CO <sub>2</sub> Salımı, Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Dışa Açıklık İlişkisi: Türkiye ve Çin Üzerine Bir İnceleme                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |
| <b>Yazar:</b> Özgür Altun                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |
| <b>Danışman:</b> Prof. Dr. Ekrem GÜL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                      |
| <b>Kabul Tarihi:</b> 06/01/2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>Sayfa Sayısı:</b> xi (ön kısım) + 357 (ana kısım) |
| <p>Bu çalışmanın amacı, CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişkiyi Türkiye ve Çin ülke örnekleri üzerinden incelemektir. CO<sub>2</sub> salımı, ekonomi literatüründe genellikle ekonomik faaliyetlerin neden olduğu çevre tahribatının bir göstergesi olarak ele alınmıştır. Ancak CO<sub>2</sub>'nin iklim değişikliği ile olan bağlantısı, etkilerinin çevresel hasardan daha fazlası olduğu konusunda kamuoyunu ikna etmiş ve bu durum iklim değişikliği ile mücadelede uluslararası politikaları şekillendirmiştir. Bu kapsamda, gelişmekte olan ülkelerin kalkınma çabalarının dünya iklimine daha fazla hasar vermemesi adına düşük karbonlu kalkınma yollarına yönelmeleri konusunda bir fikir birliği oluşmuştur. Çin ve Türkiye gibi birçok ülke “karbon nötr” hedeflerini ilan etmiştir. Bu çalışma, Türkiye ve Çin’de gelir, enerji tüketimi, dışa açıklık ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Ülkelerin daha etkin karbon azaltıcı politikalar tasarlaması için bu değişkenler arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılması gerekmektedir. Bu çalışma kapsamında bu değişkenler arasındaki ilişki eşbütünleşme yöntemi ve nedensellik testleri ile araştırılmıştır. Çalışmanın ampirik uygulamasında, Türkiye ve Çin ülke örneklerinde CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ARDL modeli (Autoregressive Distributed Lag-Otoregresif Gecikmesi Dağıtılmış Modeller) kullanılarak analiz edilmiştir. Ayrıca, her iki ülke içinde CO<sub>2</sub> salımını azaltan bir faktör olarak yenilenebilir enerjinin durumu ve yenilenebilir enerjiye yönelik politikalar özetlenmiştir. Daha sonra, ampirik analiz sonucu elde edilen bulgular karşılaştırılmalı ülke analizi çerçevesinde tartışılarak yorumlanmıştır. Çalışma kapsamında Türkiye için 1970-2022 yılları arasındaki döneme ait veri seti kullanılmışken, Çin için 1979-2022 yılları arasındaki döneme ait veri seti kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen sonuçlara göre Türkiye ve Çin ülke örneklerinde, kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına enerji tüketimi, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH’nin karesi, ticari dışa açıklık oranı ve DYY’nin GSYİH’deki payı arasında bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Türkiye örneğinde, uzun dönemde kişi başına GSYİH’nin karesindeki artış ve kişi başına yenilenebilir enerji tüketimindeki artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını azaltırken, kişi başına GSYİH’deki artış, kişi başına enerji tüketimindeki artış ve DYY kişi başına CO<sub>2</sub> salımını artırmaktadır. Ayrıca, Türkiye örneğinde uzun dönemde ÇKE ve KCH hipotezi doğrulanmıştır. Çin ülke örneğinde, uzun dönemde kişi başına GSYİH’deki artış ve kişi başına enerji tüketimindeki artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını artırırken, DYY’deki artış, kişi başına GSYİH’nin karesindeki artış, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimindeki artış ve ticari dışa açıklıktaki artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını azaltmaktadır. Ayrıca, Çin için uzun dönemde ÇKE hipotezi ve KHH hipotezi geçerli bulunmuştur. Her iki ülke için de yenilenebilir enerji tüketimini artırmak CO<sub>2</sub> salımını azaltmada etkili bir yöntemdir. Ancak bu etki Çin’de çok daha fazladır. Çin incelenen dönem itibarıyla karbon yoğun bir büyüme sergilemiştir. Çin’de ve Türkiye’de CO<sub>2</sub> salımını en çok artıran faktörler sırasıyla kişi başına GSYİH ve kişi başına enerji tüketimidir. Ancak bu değişkenlerin CO<sub>2</sub> salımına etkileri Çin’de Türkiye’ye göre daha yüksektir. Sonuç olarak, her iki ülkenin de enerji verimliliğini artırması, yenilenebilir enerjiyi teşvik etmesi, Türkiye’nin emisyon ticaretini başlatması, Çin’in ise kapsamını genişletmesi gerekmektedir. Türkiye’nin DYY akışlarının çevre dostu sektörlerle yönelmesini sağlayacak politikalar tasarlaması önemlidir. Çin ise dışa açıklığını artırarak yeşil sektörlerle olan yatırımları artıracak politikalar uygulamalıdır. Her iki ülkenin de karbon nötr hedefleriyle çelişmemek adına kömürden çıkışa dair kademeli bir planı gündemlerine alması gerekmektedir.</p> |                                                      |
| <b>Anahtar Kelimeler:</b> CO <sub>2</sub> Salımı, Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Yenilenebilir Enerji, Dışa Açıklık, İklim Değişikliği                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                      |

| <b>ABSTRACT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <b>Title of Thesis:</b> The Relationship Between CO <sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, Economic Growth and Trade Openness: A Study on Turkey and China                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |
| <b>Author of Thesis:</b> Özgür ALTUN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |
| <b>Supervisor:</b> Prof. Dr. Ekrem GÜL                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |
| <b>Accepted Date:</b> 06/01/2025                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Number of Pages:</b> xi (pre text) + 357 (main body) |
| <p>The aim of this study is to examine the relationship between CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic growth, and trade openness through the case studies of Turkey and China. CO<sub>2</sub> emissions are generally considered in the economic literature as an indicator of environmental degradation caused by economic activities. However, the link between CO<sub>2</sub> and climate change has convinced the public that its impacts extend beyond environmental damage and has shaped international policies in the fight against climate change. Consequently, a consensus has emerged regarding the necessity for developing countries to pursue low-carbon development paths to prevent their development efforts from causing further damage to global climate. Many countries, including Turkey and China, have announced "carbon neutrality" targets. This study investigates the relationship among income, energy consumption, trade openness, and CO<sub>2</sub> emissions in Turkey and China. A better understanding of these relationships is essential for countries to design more effective carbon-reduction policies. Within the scope of this study, these relationships were analyzed using cointegration methods and causality tests. The empirical application of the study analyzed the cointegration relationship among CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic growth, and trade openness in Turkey and China using the ARDL (Autoregressive Distributed Lag) model. Additionally, the role of renewable energy as a factor reducing CO<sub>2</sub> emissions and policies promoting renewable energy were summarized for both countries. Subsequently, the findings of the empirical analysis were discussed and interpreted within the framework of a comparative country analysis. In the scope of the study, a dataset covering the period from 1970 to 2022 was used for Turkey, while a dataset covering the period from 1979 to 2022 was used for China. Based on the analysis results, a cointegration relationship was identified between per capita CO<sub>2</sub> emissions, per capita energy consumption, per capita renewable energy consumption, per capita GDP, the square of per capita GDP, trade openness, and the share of FDI in GDP for both Turkey and China. In the case of Turkey, in the long run, an increase in the square of per capita GDP and in per capita renewable energy consumption reduces per capita CO<sub>2</sub> emissions, whereas increases in per capita GDP, per capita energy consumption, and FDI increase per capita CO<sub>2</sub> emissions. Furthermore, the EKC hypothesis and the PHH were validated for Turkey in the long-run. For China, in the long run, increases in per capita GDP and per capita energy consumption increase per capita CO<sub>2</sub> emissions, whereas increases in FDI, the square of per capita GDP, per capita renewable energy consumption, and openness reduce per capita CO<sub>2</sub> emissions. Moreover, the EKC and Pollution Halo Hypothesis were found to be valid for China in the long-run. For both countries, increasing renewable energy consumption is an effective method to reduce CO<sub>2</sub> emissions. However, this effect is significantly more pronounced in China. During the analyzed period, China exhibited carbon-intensive growth. In both China and Turkey, the factors that most significantly contribute to the increase in CO<sub>2</sub> emissions are, respectively, per capita GDP and per capita energy consumption. However, the impact of these variables on CO<sub>2</sub> emissions is higher in China compared to Turkey. In conclusion, both countries need to improve energy efficiency, promote renewable energy, and adopt specific measures tailored to their unique contexts. Turkey should initiate an emissions trading system, whereas China needs to expand the scope of its existing one. Turkey's FDI policies should prioritize environmentally friendly sectors, while China should implement policies to enhance openness and increase investments in green sectors. Both countries should develop a phased plan for transitioning away from coal to ensure alignment with their carbon neutrality targets.</p> |                                                         |
| <b>Keywords:</b> CO <sub>2</sub> Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Renewable Energy, Openness, Climate Change                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |

## GİRİŞ

Sanayi devriminin, insan ile çevre arasındaki dengenin kendi kendine sağlandığı geçimlik ekonomi düzeninden günümüzün küresel ekonomi düzenine geçişi hızlandırarak başta iklim değişikliği olmak üzere ciddi çevre sorunlarına neden olduğu konusunda bir fikir birliği söz konusudur. Tarih öncesi dönemlerden itibaren çevresiyle etkileşime giren insanoğlunun özellikle sanayi devrimiyle birlikte hızlanan refah düzeyini artırmaya yönelik çabaları, çevresel tahribata yol açarak günümüzde telafisi güç süreçlerin başlamasına neden olmuştur. Gerçekten de, 1970’li yıllardan itibaren hesaplanmakta olan “Dünya Limit Aşımı Gününün” her geçen yıl biraz daha öne geldiği gözlenmektedir. Dünya Limit Aşımı Günü, doğanın bünyesinde bulunan ve insanlığın 1 yıl boyunca tüketebileceği kaynakları içerisinde bulunan yıl içinde tükettikleri gün, diğer bir deyişle insanoğlunun tüketiminin dünyanın kendini yenileme hızını aştığı gün olarak tanımlanmaktadır(www.cevremuhendisligi.org E.T. 01/03/2024).Sanayileşme ile birlikte ortaya çıkan yeni üretim, istihdam ve tüketim şeklinin tarım toplumu ile karşılaştırıldığında daha fazla enerji tükettiği, tüketilen bu enerjinin ise çoğunlukla fosil yakıtlardan elde edildiği görülmektedir. Sanayi toplumunun ihtiyacı olan enerjinin fosil yakıtların yakılması ile elde edilmesi ise sera gazı salımında ciddi bir artışa neden olmaktadır. Wilson (2020:67)’ın deyimiyle sanayi devrimi atmosferi hiçbir önlem almadan karbon çöplüğü olarak kullanarak sera gazlarının yoğunlaşmasını tehlikeli bir düzeye çıkarmıştır.

Birleşmiş Milletler (BM), kalkınmaya karşı en büyük tehdit olarak iklim değişikliğini işaret ederken Dünya Ekonomik Forumu, iklim değişikliğinin dünyamız için varoluşsal bir risk olduğunu ifade etmektedir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2022:137). Birçok bilim insanı, araştırmacı, bilimsel araştırmalar yürüten enstitü, iklim değişikliği konusunda faaliyetler yürüten uluslararası kurum ve kuruluşlar ile sivil toplum kuruluşları, iklim değişikliğinin küresel ölçekte yaratacağı olumsuzluklara dikkat çekmektedir. İklim değişikliğinin sonuçları sadece sıcaklıklarda yaşanan yükselme ile sınırlı değildir. Kuraklık, sel, şiddetli kasırgalar gibi aşırı hava olaylarının sıklığında ve etkisinde artış ile birlikte okyanus ve deniz seviyelerinde yükselme, okyanusların asitliğinde artış, buzulların erimesi gibi faktörler, bitkiler, hayvanlar, ve ekosistemler yanında insan topluluklarını da ciddi şekilde tehdit etmektedir. Hulme (2016:240)’a göre



iklim değişikliği çevresel bir sorun olarak 1980’li yıllarda küresel bir şöhrete ulaşmış, 1992 ve 2002 yıllarındaki Dünya Zirveleri ile birlikte bir kalkınma sorunu olarak, 2006 yılında yayımlanan Stern Raporu (Stern Review) ile birlikte ekonomik bir mesele olarak ele alınmaya başlanmıştır. Hatta öyle ki, iklim değişikliğinin neden olacağı riskler ulusal güvenlik meselesi olarak da ele alınmıştır(Weart, 2008).

Günümüzde, iklim değişikliğinin aynı zamanda bir kalkınma sorunu olduğu konusunda yaygın bir görüş vardır. 2016 yılının Ocak ayında yürürlüğe giren ve 193 Birleşmiş Milletler üyesi ülke tarafından desteklenen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, 2030 yılına kadar ulaşılması amaçlanan hedeflerin bulunduğu evrensel bir girişimdir. Bu girişim, Dünya çapında açlığı ve yoksulluğu sona erdirmek, iklim değişikliğiyle mücadele, toplumsal cinsiyet eşitliğini sağlamak, nitelikli eğitimi teşvik etmek ve sorumlu üretim ile tüketimi artırmak gibi hedefleri içermektedir. Bu hedefler, 17 farklı ana başlık altında sosyal, kültürel ve ekolojik konulara odaklanmaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden 13. hedef olan “İklim Eylemi” başlığı altında:

- İklim kaynaklı tehditlere ve doğal afetlere karşı dayanıklılığı ve uyum kapasitesini artırmak,
- Ulusal politika, strateji ve planlamalara iklim değişikliği önlemlerinin entegre edilmesi, iklim değişikliğinin azaltılması, adaptasyon, etki azaltma ve erken uyarı konularında eğitim, farkındalık oluşturma ve insani ile kurumsal kapasitenin güçlendirilmesi,
- Gelişmekte olan ülkelerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere gelişmiş ülkeler tarafından yılda 100 milyar \$’lık bir fon oluşturma ve bu oluşturulan Yeşil İklim Fonu’nun en kısa sürede tamamiyle işlevsel hale getirilmesi,
- Az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde iklim değişikliği ile ilgili planlama ve yönetim kapasitesini artırmak için kadınlar, gençler, yerel ve marjinal topluluklar da dahil olmak üzere çeşitli toplulukları içeren etkin mekanizmaların teşvik edilmesi hedeflenmektedir(Sosyal İnovasyon Ajansı, 2024:31).



**Şekil 1:** Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

**Kaynak:** www.wikipedia.org E.T. 25/04/2024.

İklim değişikliğiyle mücadelenin uluslararası işbirliği içerisinde küresel bir girişim haline gelmesi, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS)'nin 1992 yılında imzaya açılmasıyla resmiyet kazanmıştır. BMİDÇS'nin uygulama araçlarından ilki olan Kyoto Protokolü 2020 yılına kadar sürmüştür. İkincisi ise 2020 yılından sonrası için düzenlenen Paris İklim Anlaşmasıdır. Paris İklim Anlaşması, 2020 yılı sonrası iklim değişikliği rejimini düzenlemeyi amaçlayan ve BMİDÇS'ye dayanan bir anlaşmadır. Anlaşmanın uzun dönemli hedefi, küresel sıcaklık artışını sanayi öncesi döneme kıyasla 2°C'nin olabildiğince altında (mümkünse 1.5°C) tutmaktır. Paris Anlaşması, iklim değişikliğine karşı uluslararası işbirliğini daha kapsayıcı bir şekilde sürdürmeyi amaçlamaktadır. Kyoto Protokolü'nün aksine gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin Ulusal Katkı Beyanları (NDC) aracılığıyla azaltım eylemine katılımını öngörmektedir. Bu yaklaşım, küresel emisyonlarda büyük paya sahip ülkelerin yanında gelişmekte olan ülkelerin de azaltım eylemine dahil olmasını sağlayarak iklim değişikliği ile mücadelede daha geniş bir işbirliği çerçevesi oluşturmaktadır. Uluslararası iklim rejiminin her ülkeye katılımcı bir azaltım rolü öngördüğü bu şemada gelişmekte olan ülkeler daha zorlu süreçlerle karşılaşmaktadır. Gelişmekte olan ülkelerin tarihsel sorumluluğu, gelişmiş ülkelere göre oldukça sınırlıyken iklim değişikliğinin neden olacağı olumsuzlukları tarihsel sorumluluklara göre sınırlandırmak mümkün değildir. Bu kapsamda uluslararası iklim rejimi, gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere iklim değişikliğiyle mücadelede teknoloji transferleri ve iklim fonları gibi araçlarla katkı sağlamalarını öngörmektedir. Ancak gelişmekte olan ülkelerin ellerinde bulunan sınırlı kaynaklarla gelişmiş ülkelerin

refah düzeyine ulaşma arzusu, küresel iklim hedeflerini zorlaştırmaktadır. Çin, bu ülkelerin başında gelmektedir. 2006 yılında itibaren Dünya'nın emisyon devi haline gelen Çin, kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarında halen ABD gibi gelişmiş ülkelerin oldukça gerisindedir. Çin'in ABD gibi gelişmiş ülkelerin tüketim düzeyine aynı karbon yoğun kalkınma patikasıyla ulaşması durumunda, dünya iklimi üzerinde neden olacağı tahribatı tahmin etmek güç değildir. Bu kapsamda, Çin ulusal kalkınma planlarına CO<sub>2</sub> salımlarının zirveye ulaşması ve karbon nötrlüğünün sağlanması hedeflerini entegre etmiştir. Çin 2020 yılında, CO<sub>2</sub> salımlarını 2030 yılından önce zirve yapma ve 2060 yılından önce karbon nötr olma hedeflerini duyurmuştur.

Bir diğer gelişmekte olan ülke olan Türkiye 2022 yılında en yüksek emisyon salımına neden olan ilk 15 ülke içerisinde yer almaktadır (<https://worldpopulationreview.com> E.T. 01/05/2024). Hükümetlararası İklim Değişikliği Paneli (İnternational Panel on Climate Change-IPCC)'ne göre, Türkiye'nin de bulunduğu Akdeniz Havzası, iklim değişikliğinden en fazla etkilenecek bölgelerden birisidir. Türkiye'de 2018 yılından itibaren meteorolojik afetlerin sayısında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. 2010-2021 yılları arasında Türkiye'de 8274 meteorolojik afet rapor edilmiştir. İklim değişikliği nedeniyle Türkiye'de artması beklenen doğal afetler arasında orman yangınları, fırtınalar, seller, dolu yağışları, sıcak hava dalgaları, heyelan ve çığ bulunmaktadır(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024:23). Türkiye, 1990 yılından bu yana kalkınmada önemli ekonomik ilerlemeler kaydetmiş ve hızlı büyüme sayesinde 2015 yılı itibarıyla kişi başına düşen gelirini üçe katlayarak 12.000 \$ seviyesine ulaşmıştır. Bu gelişme, Türkiye'yi dünyanın 19. en büyük ekonomisi haline getirmiştir. Ancak Türkiye, coğrafi, iklimsel ve sosyoekonomik koşulları nedeniyle iklim değişikliği ve çevresel tehlikelere karşı oldukça kırılgandır. Türkiye, iklimle ilgili 10 kırılganlık göstergesinin 9'unda yüksek düzeyde kırılganlık kategorisindedir. Ulaştırma sistemi, gıda güvenliği sorunları, artan su stresi ve benzeri görülmemiş afet olayları, özellikle 2021 yılındaki orman yangınları, bu kırılganlığı ortaya koymaktadır. Ayrıca, Türkiye'nin en önemli dış ticaret ortaklarından olan AB'nin iklim değişikliği ile mücadelede yeni vizyonunu ortaya koyan Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde 2050 yılına kadar iklim nötr olma hedefine uygun olarak 2026 yılından itibaren "Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizmasını (SKDM)" uygulamaya koyması durumunda bu durum Türkiye'yi yeni ekonomik risklere maruz bırakacaktır (World Bank, 2022:2).

Türkiye, 2021 yılının Ekim ayında Paris İklim Anlaşmasını onaylamış ve emisyon salımını 2053 yılına kadar sıfırlayacağını taahhüt etmiştir. Bu kapsamda, Türkiye iklim değişikliği konularını ele almaya dönük yeni kurumsal düzenlemeler yapmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığının ismi, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı olarak değiştirilmiş, Bakanlık bünyesinde “İklim Değişikliği Başkanlığı” adı altında yeni bir kurum oluşturulmuştur. Son yıllarda iklim değişikliğine bağlı doğal afetlerin ve ekstrem hava olaylarının yoğunlaşması ve Avrupa Birliği’nin “Yeşil Mutabakat” adı altındaki yeni vizyonunun Türkiye ekonomisi üzerinde neden olacağı potansiyel etkiler de Türkiye’deki iklim değişikliği gündeminin acil olarak ele alınmasına katkı sunmuştur. Buna paralel olarak, Rusya-Ukrayna savaşı ve beraberinde yaşanan enerji arz güvenliğindeki belirsizlik ile birlikte enerji fiyat artışları, Türkiye gibi ekonomileri fosil yakıt ithalatına bağımlı ülkeler için riskleri artırarak enerji güvenliğini hem arz yönüyle hem de maliyet yönüyle desteklemek için iklim eyleminin aciliyetini yeniden vurgulamıştır.

#### **Araştırmanın Konusu**

Araştırmanın konusu, CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişkiyi Türkiye ve Çin ülke örnekleri üzerinden incelemektir. Modern ekonomilerin nihai amacı ekonomik büyümedir. Ekonomik büyüme, refahı artırır, iş olanakları yaratır, yoksulluğu azaltır ve teknolojik ilerlemeyi teşvik eder. Ancak ekonomik büyüme, çevresel bozulma gibi sorunlarla da ilişkilendirilmektedir. Ekonomik büyümeyle birlikte küresel olarak artan refah düzeyi, artan enerji tüketimini de beraberinde getirmiştir. Sanayileşmeyle başlayan ekonomik büyüme çağını “enerji” olmaksızın düşünmek mümkün değildir. Modern ekonomilerimizi karakterize eden bir diğer özellik dışa açıklıktır. Sovyetler Birliği’nin dağılmasıyla birlikte dünya ekonomisinde neoliberal politikalar hakimiyetini ilan etmiştir. 1989 yılında kalkınma iktisatçısı Williamson tarafından “Washington Mutabakatı(Washington Consensus)” olarak adlandırılan ilkeler IMF ve Dünya Bankası tarafından gelişmekte olan ülkelere neoliberal bir politika paketi olarak sunulmuştur. Doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ve dış ticaretin serbestleştirilmesi, serbest piyasaya işlevsellik kazandırılması gibi neoklasik önermeleri içeren bu ilkelerden sonra “dışa açıklık” kavramı modern ekonomilerimizi şekillendiren bir diğer özellik olarak karşımıza

çıkılmaktadır. Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve dışa açıklık olarak yukarıda belirtilen ve modern ekonomilerimizi karakterize eden bu üç önemli faktörün CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkilerinin iklim değişikliği özelinde iki önemli gelişmekte olan ülke örneğinde incelemek bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır.

### **Araştırmanın Önemi**

IPCC, sistematik bilimsel değerlendirmelerin başladığı 1970'li yıllardan beri, insan faaliyetlerinin iklim sistemi üzerindeki etkisinin teoriden yerleşik bir gerçeğe dönüştüğünü ifade etmektedir(IPCC, 2021). Günümüzde yaşanan iklim değişikliğinin yeryüzünde daha önce yaşanan iklim değişikliklerinden farkı, hızı ve insan faaliyetlerinin bu sürece olan katkısıdır. Bu durum toplumların ve doğal dünyanın değişen iklime uyum sağlamasını zorlaştırmaktadır (National Academy of Science & The Royal Society, 2020:9). İklim değişikliği, başlı başına bir problem olmakla birlikte diğer çevre sorunlarıyla da doğrudan veya dolaylı olarak ilişkilidir. Küresel ısınma, deniz seviyesinin yükselmesi, biyolojik türlerin yok oluşu ve ekstrem hava olayları iklim değişikliği ile bağlantılı olan diğer çevre sorunlarından bazılarıdır. Jeolojik tarih boyunca gezegenimizde yaşanan iklim değişikliklerinin ana kontrol düğmesi atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyesidir(Can, 2023:118). IPCC AR6'ya göre 1850 yılından beri artan sera gazı emisyonlarının üçte ikisini fosil yakıtlardan ve sanayiden kaynaklanan CO<sub>2</sub> salımları oluşturmaktadır (IPCC, 2023:43). Ekonomi literatüründe CO<sub>2</sub> salımları genellikle ekonomi-çevre ilişkisi üst başlığı altında bir kirlilik göstergesi olarak ele alınmıştır. CO<sub>2</sub> salımlarının olumsuz etkileri, ekonomik faaliyetlerin çevresel etkileri olarak değerlendirilmiştir. Modern ekonomilerimizin küresel ölçekte artırdığı refahın maliyetlerinin çevresel kirliliğin de ötesinde, iklim sistemimiz üzerinde neden olduğu geri döndürülemez tahribat, özellikle Türkçe literatürde çoğunlukla çevresel etki başlığı altında incelenmiştir.

Stern Raporu (Stern Review, 2006), İngiltere Hükümeti için Nicholas Stern tarafından 30 Ekim 2006 tarihinde yayımlanan 700 sayfalık bir rapordur. Bu rapor, iklim değişikliğinin dünya ekonomisine etkisini incelemek amacıyla hazırlanmıştır. Stern Raporunun temel sonucu, iklim değişikliğiyle mücadelede erken ve güçlü eylemin faydalarının, eylem almamaktan kaynaklanan maliyetlerden çok daha ağır bastığıdır(<https://www.lse.ac.uk> E.T. 01/03/2024). Ayrıca Stern, iklim değişikliğini dünyanın gördüğü en büyük piyasa

başarısızlığı (market failure) olarak tanımlamaktadır(Hulme, 2016:145). William Nordhaus (2020), bu tanıma katılmaktadır ve iklim değişikliğinin küresel bir dışsallık olduğunu ifade etmektedir. Buna göre insan faaliyetlerinin neredeyse tamamına yakını doğrudan veya dolaylı olarak fosil yakıtların kullanımını gerektirdiğinden bu durum CO<sub>2</sub> salımına neden olmaktadır. Buradaki sorun, karbon salımına neden olanların herhangi bir bedel ödememeleri, dolayısıyla karbon salımının olumsuz etkilerine maruz kalanların zararını tazmin etmemesidir. Diğer bir deyişle, atmosferi karbon çöplüğüne dönüştüren ekonomik faaliyetlerin aktörlerinin ortaya çıkan karbon salımı için bir bedel ödememeleri nedeniyle, düşük fiyatlanan karbon yoğun faaliyetlerin iklim değişikliğine neden olacak kadar çok CO<sub>2</sub>'nin atmosferde birikmesine neden olmasıdır. Bu durum “dışsallık” olarak adlandırılmaktadır. İklim değişikliği, tüm bu dışsallıkların en büyüğüdür. Bunun nedeni neredeyse tüm insan faaliyetlerini kapsaması, tüm gezegeni etkilemesi ve bunun uzun yıllar boyunca sürecektir olmasıdır. İktisat teorisi, dışsallıkların bir tür “piyasa başarısızlığı” olduğunu belirterek piyasaların neden olduğu bu tip sorunları kendiliğinden çözemeyeceğini vurgulamaktadır. Denetlenmeyen piyasalar aşırı miktarda CO<sub>2</sub> salımına neden olmaktadır. Çünkü neden olduğu dışsal zararın bir bedeli yoktur. Karbon salımını kontrol edecek tek bir piyasanın veya kontrol mekanizmasının olmaması, bu tür küresel dışsallıklarla mücadeleyi zorlaştırmaktadır. Kontrolsüz karbon salımının yarattığı zararlar ekonomi ile yakından ilişkilidir. Bunlar hızlı ekonomik büyümeden kaynaklanan istenmeyen çıktılardır. İktisat teorisi, iklim değişikliği ile mücadele politikalarına iki temel konuda yol göstermektedir. Öncelikle, iktisat teorisi piyasa aktörlerinin iktisadi sonuçlarla yüzleşmelerini sağlamaktadır. Aşırı karbon salımının bir tür piyasa başarısızlığı olarak teşhis edilmesi, piyasa aktörlerinin düşük karbonlu faaliyetlere yönlendirilmesini gerektirmektedir. Bu nedenle, CO<sub>2</sub> salımına neden olan iktisadi faaliyetlerin daha pahalı hale gelmesi şarttır. İkincisi, piyasaların bu sorunu tek başına çözemeyeceğidir. Bunun için iyi düşünülmüş politikalarla piyasalara doğru sinyaller verilerek iktisadi faaliyetlerin yönlendirilmesi gerekmektedir.

Özellikle gelişmekte olan ülkelerin refah artışını sağlama çabalarıyla iklim değişikliğiyle mücadele girişimleri bazı çıkmazlara yol açmaktadır. “Yoksulluk-CO<sub>2</sub> Azaltma Paradoksu” ekonomik büyümenin yoksulluğu azaltırken CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını vurgular. Gelişmekte olan ülkeler yoksulluktan kurtulmaya çalışırken, çevresel koşullar kötüleşmekte ve emisyon azaltma baskısı bu ülkelerin kalkınma sürecini

zorlaştırmaktadır(Collins ve Zheng, 2015:356). Ekonomik büyümenin sağladığı üretim, gelir ve tüketimdeki artış bir yandan yoksulluğu azaltırken bir yandan da CO<sub>2</sub> salımlarının artmasına neden olarak iklim değişikliğiyle mücadelede zorluklara neden olur. Bu durumda, Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden “yoksulluğu son”, “ekonomik büyüme” ve “iklim eylemi” gibi hedefler birbiriyle çatışmaktadır(Coşkun, 2024:25). İklim değişikliği ile mücadelede hedef belirlerken hem maliyetleri hem de faydaları göz önünde bulundurmanız gerekmektedir. Bu nedenle, iktisat biliminden faydalanmadan makul iklim politikası hedefleri belirlemek mümkün değildir.

İklim değişikliğiyle mücadelede erken ve güçlü eylemlerin faydalarının, eylem almamaktan kaynaklanan maliyetlerden çok daha ağır olduğuna dair görüş, küresel iklim rejimi tarafından da benimsenmiştir. Ülkelerin emisyon azaltım hedeflerinin başarısı, Paris Anlaşmasının küresel sıcaklık artışını 2°C’nin olabildiğince altında (mümkünse 1.5°C) tutma hedefinin de başarısını belirleyecektir. Bu nedenle, ekonomik değişkenlerle CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılması, azaltım hedeflerinin gerçekleştirilebilmesi ve iklim değişikliğiyle mücadelede tasarlanacak politikaların daha etkin olmasına yardımcı olacaktır. Paris Anlaşmasının getirdiği küresel iklim rejimi ülkelerin küresel iklim eylemlerine kendi imkanları doğrultusunda katkı sağlamalarını öngörmüştür. Bu kapsamda, ülkeler her 5 yılda bir Ulusal Katkı Beyanlarını güncelleyerek BMİDÇS Sekreteryası’na sunmaktadır. CO<sub>2</sub> salımının, ekonomik büyüme, enerji tüketimi, dışa açıklık gibi ekonomik göstergelerle ilişkisinin daha iyi anlaşılması, özellikle gelişmekte olan ülkelerin kalkınma süreçlerinin daha az karbon yoğun seçeneklerle gerçekleştirilmesine yardımcı olabilir.

Çin, sera gazı emisyonları açısından dünyanın en büyük emisyon kaynağıdır. Çin’in en büyük emisyon kaynağı ise enerji endüstrisidir. 2019 yılında Çin, küresel sera gazı emisyonlarının dörtte birini oluşturmuştur. 2005-2019 yılları arasında küresel emisyonlar %24 artarken Çin’in sera gazı emisyonları %75 artmıştır. (European Parliamentary Research Service, 2022). Çin’in karbon nötr hedefini başarması durumunda öngörülen küresel ısınmayı ülke olarak 0,2°C-03°C azaltacağı tahmin edilmektedir(<https://temizenerji.org> E.T. 26/10/2024).

Türkiye’nin coğrafi konumu itibarıyla iklim değişikliğine karşı kırılganlığı ve Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında 2026 yılında uygulanacak olan sınırda karbon uygulamasının Türkiye ekonomisine maliyetleri çeşitli riskler oluşturmaktadır. Çevre,

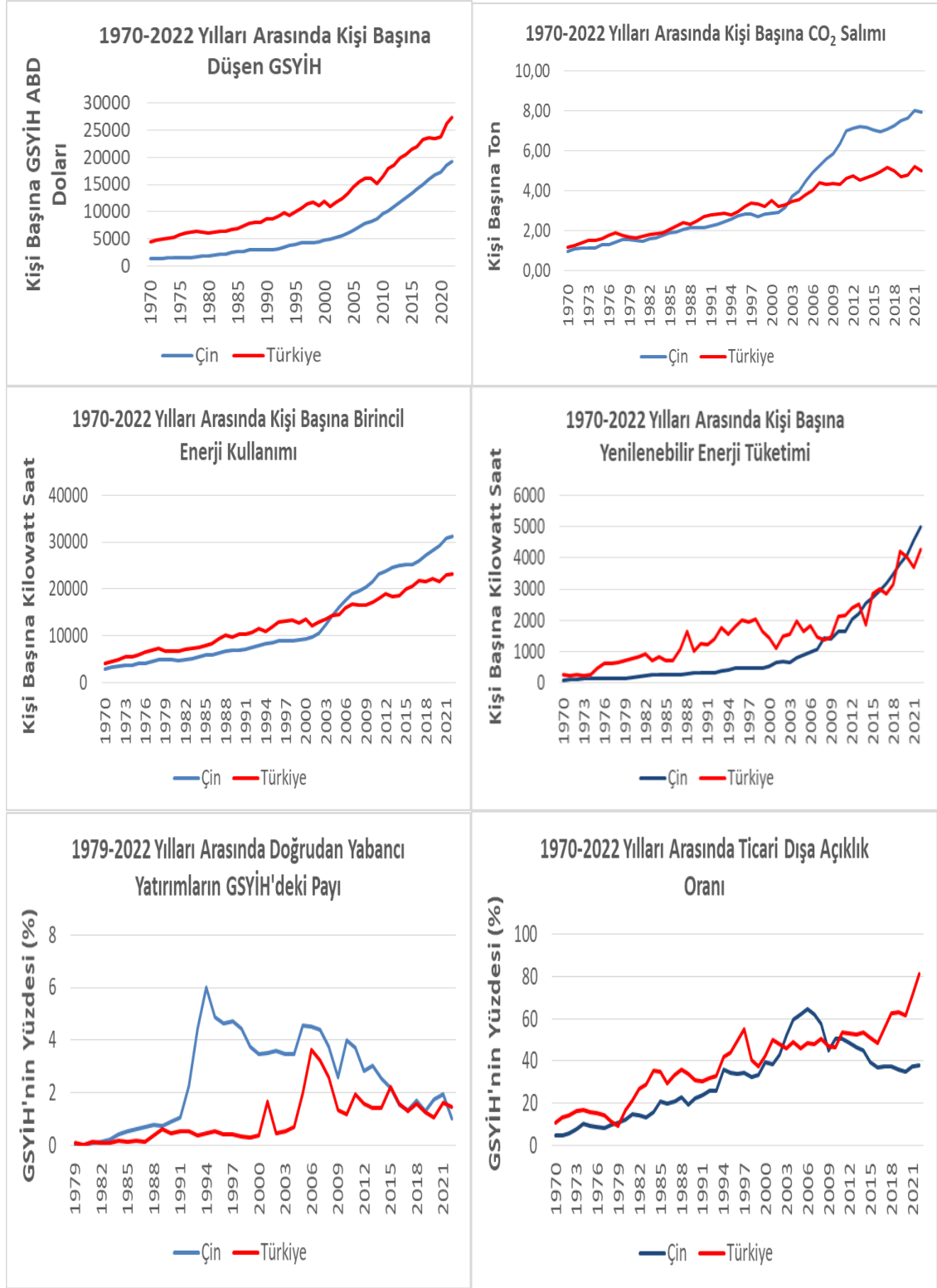
Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ile Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası'nın birlikte hazırladığı bir rapor, AB ETS ve ulusal karbon fiyatlandırma senaryoları altında sınırdaki karbon uygulamasının Türkiye ekonomisi ve belirli sektörler üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre, SKDM'den en çok etkilenecek sektörler demir-çelik ve çimento sektörleri olarak belirlenmiştir. Rapora göre, AB'ye ihraç edilen ürünlerdeki gömülü Kapsam 1 ve Kapsam 2 emisyonları dikkate alındığında 75 Avro/tCO<sub>2</sub>e'lik bir SKDM ücreti ile 2027 yılında sanayiye yönelik potansiyel yıllık SKDM maliyetleri 138 milyon Avro olarak tahmin edilmiştir. SKDM ücreti 150 Avro/tCO<sub>2</sub>e'ye yükseldiğinde bu maliyetlerin 2032 yılında yıllık 2,5 milyar Avro'ya çıkabileceği öngörülmüştür. Zaman içerisinde kapsanan sektörlerin artması, artan bir SKDM ücret maliyetleri anlamına gelmektedir(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı ve European Bank, 2023).

Bu nedenlerle, enerji tüketimi, ekonomik büyüme, dışa açıklık gibi faktörlerin CO<sub>2</sub> salımlarıyla olan ilişkilerinin ülke bazında anlaşılması politika seçeneklerinin belirlenmesi ve karbon yoğun ekonomilerden çıkış için yol haritalarının oluşturulması açısından önemlidir. Bu kapsamda, ülkelerin ekonomik dinamikleri, politika seçenekleri ve başlangıç koşulları birbirinden farklı olduğundan ülke bazlı analizler, daha etkin politikaların tasarlanması açısından büyük önem arz etmektedir.

### **Araştırmanın Amacı**

Araştırma, CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişkiyi iklim değişikliği çerçevesinde tartışarak bu faktörler arasındaki ilişkilerin ve bu ilişkilerin yönünün Türkiye ve Çin gibi iki önemli gelişmekte olan ülke örnekleri üzerinden daha iyi anlaşılmasını amaçlamaktadır.





**Grafik 1:** Türkiye ve Çin'in Verilerinin Grafiksel Gösterimi

**Kaynak:** Ourworldindata

Bu kapsamda, “ourworldindata.org” web sitesinden temin edilen veri setleri ile Türkiye ve Çin ülke örnekleri üzerinden kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, ekonomik büyüme göstergesi

olarak kişi başına GSYİH, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına birincil enerji tüketimi, net doğrudan yabancı yatırım girişlerinin GSYİH'deki payı ve dışa açıklık oranı (ithalat ve ihracatın GSYİH'deki payı) arasındaki ilişki araştırılmıştır. Literatürde büyüme ve çevre arasındaki ilişkiyi ters U şeklinde ifade eden Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezini (ÇKE) test etmek için GSYİH veri seti üzerinden yeni bir veri seti oluşturularak Türkiye ve Çin ülke örnekleri üzerinden bu hipotez test edilmiştir. Ayrıca, dış ticaret ve DYY'lerin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisi Kirlilik Cenneti Hipotezi (KCH) çerçevesinde analiz edilmiştir. Bu çalışmanın bir diğer amacı da, elde edilen sonuçlar çerçevesinde karşılaştırmalı ülke analizi yöntemiyle Türkiye ve Çin'in iklim hedeflerine yönelik politika önerilerinde bulunmak ve bu ülkelerin Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden İklim Eylemi başlığı altında gerçekleştirilecek iyileştirmelere katkı sağlamaktır.

### **Araştırmanın Yöntemi**

Çalışmanın birinci bölümünde, iklim bilimine dair temellerden ve CO<sub>2</sub>'nin iklim değişikliği ile olan ilişkisinden bahsedilmiştir. İkinci bölümde, iklim değişikliği ile mücadelede temel uluslararası politikaların kaynağı olan uluslararası anlaşmalar ve girişimler özetlenmiştir. Üçüncü bölümde, iktisat-çevre ilişkisine değinilerek, temel iktisat ekollerinin iktisat ile çevre arasındaki ilişkiye bakış açıları tartışılmıştır. Dördüncü bölümde, karbon salımını azaltan, dolayısıyla iklim değişikliği ile mücadelede etkili bir yöntem olarak kabul edilen yenilenebilir enerjinin Türkiye ve Çin'deki görünümü ve yenilenebilir enerji politikaları özetlenmiştir. Beşinci bölümde, CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişkiye dair teorik ve ampirik literatür özet olarak sunulmuştur. Çalışmanın son bölümü olan ampirik uygulama bölümünde değişkenler arasındaki ilişki Türkiye ve Çin ülke örneklerine ait veri setleri üzerinden araştırılmıştır. Bunun için açık veri kaynaklarından temin edilebilecek en geniş veri setlerinden birisi kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişki eşbütünleşme analizi ile araştırılmıştır. Bunun için ARDL modeli (Autoregressive Distributed Lag-Otoregresif Gecikmesi Dağıtılmış Modeller) kullanılmıştır. Çalışmanın model uygulamasında ARDL modelinin tercih edilmesinin nedeni, modelin bazı varsayımsal kolaylıklarının yanında Eviews programı üzerinde uygulanma sürecinin nispeten kolay olmasıdır. Tahminler Eviews10 programı ile yapılmıştır. Veriler “ourworldindata.org” web sitesinden temin

edilmiştir. Verilerin tamamı aynı veri kaynağından temin edilmiştir. Tahmin edilen modeller kapsamında kullanılan veri setleri, araştırmaya konu değişkenlerin tamamının mevcut olduğu dönemler dikkate alınarak belirlenmiştir. Bu kapsamda, Türkiye için 1970-2022 yılları arasındaki döneme ait veri seti kullanılmışken, Çin için 1979-2022 yılları arasındaki döneme ait veri seti kullanılmıştır. Modeller oluşturulurken değişkenler logaritmik olarak dönüştürülmüştür. Değişkenlerin durağanlıkları ADF ve PP birim kök testleriyle araştırılmıştır. Eşbütünleşme ilişkisi tespit edildikten sonra uzun ve kısa dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Ayrıca, değişkenler arasında nedensellik ilişkileri Toda-Yamamoto nedensellik testi ve hata düzeltme katsayılarına dayanan nedensellik testi ile araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, ülkelerin analize tabi tutulan ham verileri üzerinden karşılaştırmalı ülke analizi çerçevesinde tartışılmıştır. Karşılaştırmalı ülke analizi çerçevesinde, Türkiye ve Çin ülke örneğinde tahmin edilen modellerde kullanılan verilerin yanında farklı dönemlere ait bazı göstergelere ait verilerde grafik halinde sunularak elde edilen ampirik bulgular ile birlikte yorumlanmıştır. Son olarak, her iki ülke için bazı politika önerilerinde bulunulmuştur.

# 1. BÖLÜM: ÇAĞIMIZIN ÇEVRE SORUNU İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ, FİZİKSEL TEMELLER VE TANIMLAR

## 1.1. Çevre Kavramı ve Çevre Sorunlarının Ortaya Çıkışı

Çevre kavramı, yerel, ulusal ya da küresel ölçeklerde, belirli bir bölgenin ekosistemini tanımlamak için kullanılır. Bu kavrama jeolojiden hayvan ve bitkilere ve hatta egemen iklime kadar çevreyi etkileyen tüm faktörler dahildir (Hook, 2013:47). Tübitak Sosyal Bilimler Ansiklopedisi “çevre” kavramının genişliği nedeniyle bütün bilim dallarının ve disiplinlerinin ortak bir “çevre” tanımı sunmasının ve bu nedenle kavramın kapsamının ve sınırlarının belirlenmesinin güç olduğunu ifade ederek, “çevre” kavramını: “Bütün canlı ve cansız varlıkları, yenilenebilen ve yenilenemeyen kaynakları, iklimleri, atmosferi ve biyolojik yaşamı içeren “çevre”, ekonomik, toplumsal, kültürel değerlerin ve bunların karşılıklı etkileşimin bir bütünü olarak insanların ve diğer canlıların hayatlarını sürdürdükleri yaşam alanı.” olarak tanımlamaktadır (Budak, 2021:227). 2872 sayılı Türk Çevre Kanunu (1983) ise çevreyi, “Canlıların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve karşılıklı olarak etkileşim içinde bulundukları biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel ortam” olarak tanımlamaktadır. “Çevre” kavramının farklı tanımları olmakla birlikte her bir tanımın vurgu yaptığı ortak nokta aslında çevre sorunlarının içeriği hakkında da ipuçları vermektedir. Bu ortak nokta, canlı ve cansız tüm varlıkların etkileşim içerisinde bulunduğu “yaşam alanı” veya “ortam” olarak ifade edilebilir. Gerçekten de, günümüzün çevre sorunlarına baktığımızda dikkat çeken en önemli hususlardan birisi özellikle insan faaliyetlerinin canlı ve cansız tüm varlıkların yaşam alanlarında yarattığı tahribattır.

Çevre sorunları, 20. yüzyılın ikinci yarısında dünya nüfusunda yaşanan patlama ile başta gıda, su, barınma, enerji gibi temel ihtiyaçlar olmak üzere artan insan ihtiyaçlarının neden olduğu talepler ve bu taleplerin karşılanması için enerji temini, sanayi, ulaştırma, tarım, ormancılık, balıkçılık, madencilik, inşaat ve altyapı çalışmaları ile bu faaliyetlere bağlı olarak arazi kullanımında ortaya çıkan değişimlerin doğal çevreye olan olumsuz etkileriyle meydana gelen sorunlar olarak tanımlanabilir (Somuncu, 2021:230). Çevre sorunlarının tarihsel süreç içerisindeki seyrine baktığımızda, ilk çağlarda insanlar doğayla uyum içerisinde yaşamış, barınma ve beslenme gibi temel ihtiyaçların karşılanması sırasında çevreye verilen zararlar göz ardı edilebilir düzeylerde kalmıştır. Avcı-toplayıcı

yaşam tarzında ortaya çıkan atıklar doğada hızla yok olan organik maddelerden oluştuğundan bu dönem için bariz bir çevresel etkiden söz etmek mümkün değildir. Avcılık gibi faaliyetler doğaya zarar verse de bu zarar genellikle sınırlıydı. Tarım devrimiyle birlikte insanlık yerleşik hayata geçiş yapmaya başlamış ve doğal kaynakların daha yoğun bir şekilde kullanımı söz konusu olmuştur. Bu dönemde, tarım alanlarının açılması ve yakacak ihtiyacının karşılanması için ormanların tahrip edilmesi, sulama sistemlerinin kullanılmaya başlanması gibi faaliyetler çevresel etkilere neden olmuştur. Ancak nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler nispeten yavaş olduğundan doğanın kendini yenileme kapasitesi korunmuştur.

Orta Çağ Dünyasında ise artık tarım ve hayvancılık önemli bir ekonomik faaliyet olarak kalıcı hale gelmiş ancak çoğunlukla organik kökenli atıklar ortaya çıkmıştır. Tarımsal faaliyetler ve hayvancılık sayesinde artan gıda üretimi nüfus artışına neden olmuştur. Özellikle savaşlar, şehir devletlerinin yükselişi ve madenlerin kullanımı bazı çevre sorunlarına neden olmuştur. Bu dönemde artan nüfus ve yanlış arazi kullanımı sonucu erozyon, su kirliliği ve aşırı otlatma gibi sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır.

18. yüzyılın sonlarına doğru başlayan Sanayi Devrimi, insanlık tarihinde endüstrileşmenin başlangıcı olarak kabul edilir. Bu dönemde, kömür ve diğer fosil yakıtların yaygın olarak kullanılması, hava ve su kirliliği gibi çevresel sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. 19. ve 20. Yüzyılda yaşanan teknolojik gelişmeler, özellikle otomobilin icadı, kimya endüstrisinin gelişmesi, tarım ilaçlarının kullanımı gibi faktörler çevresel etkileri artırmıştır. Fabrikalar ve motorlu taşıtlar, atmosfere ve su kaynaklarına büyük miktarda kimyasal madde bırakmaya başlamıştır. İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde, nüfus artışı ve sanayileşme hız kazanmıştır. Kimyasal tarım ilaçları ve plastik gibi sentetik ürünler, çevreye yeni tehditler oluşturmaya başlamıştır. Doğal kaynakların aşırı tüketimi, ham madde ihtiyacının artması ve üretim sırasında ortaya çıkan atıkların doğaya bırakılması, çevre üzerinde ciddi tahribatlara yol açmıştır. Ormanların tahrip edilmesi ve aşırı avlanma, doğal kaynakların tükenmesine yol açmıştır. Atmosferdeki sera gazlarının artması, su kirliliği, orman tahribatı ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi sorunlar bu dönemde daha belirgin olmaya başlamıştır.

Özellikle 1950'lerden sonra, çevre sorunları küresel bir boyut kazanmıştır. Çevre sorunlarının yerel değil, küresel ölçekte olduğunun anlaşılması uluslararası düzeyde iş birliğine ve çözüm arayışlarına hız kazandırmıştır. 1960'larda ve 1970'lerde, Rachel

Carson'ın "Sessiz Bahar" isimli kitabı gibi eserler çevre kirliliği konusunda farkındalık yaratmıştır. Çevre bilincinin artmasıyla birlikte, çevresel sürdürülebilirlik ve çevreyi koruma çabaları da artmıştır. Bu durum, çevre hareketlerinin ve uluslararası anlaşmaların ortaya çıkmasına neden olmuştur.

Genel olarak bakıldığında, çevre sorunlarının ortaya çıkışı ve yayılmasında endüstriyel toplumların rolü büyük olmuştur. Nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme gibi faktörler çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmış ve çevre sorunlarının artmasına neden olmuştur. Kısacası, çevre sorunlarının tarihsel süreci, insanlık tarihiyle paralel olarak gelişmiş ve özellikle endüstriyel dönemle birlikte küresel bir boyut kazanmıştır.

## 1.2. Çevre Sorunlarının Nedenleri

Çevre sorunlarının nedenleri arasında; nüfus artışı, kentleşme, fosil yakıt kullanımı, ormanların yok edilmesi, ulaşım, sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, aşırı tüketim ve bunun sonucu olarak ortaya çıkan atıklar, kalkınma sürecinde çevrenin göz ardı edilmesi, kötü yönetim, bilinçsizlik ve yoksulluk gibi faktörler sayılabilir.

**-Nüfus Artışı:** Dünya nüfusu son yüzyılda istikrarsız bir şekilde artmış ve 2023 yılı itibarıyla 8 milyarı aşmıştır (<https://www.ekonomim.com> E.T. 23/03/2024). Nüfus artışı, başlı başına çevre sorunlarına neden olan bir faktör olmakla birlikte diğer çevre sorunlarıyla da yakından ilişkilidir. Artan nüfus, çevre sorunlarına neden olduğu gibi mevcut çevre sorunlarını da kötüleştirebilmektedir. Nüfus artışı, doğal kaynaklar üzerinde artan bir baskı oluşturarak çevreye çeşitli kanallarla zarar vermektedir. Dünya nüfusu arttıkça, gıda, su, enerji ve hammadde gibi doğal kaynaklara olan talep de artmaktadır. Bu durum, kaynakların tükenmesine ve doğal kaynakların üzerinde nüfus baskısı oluşmasına yol açmaktadır. Nüfus artışı, artan üretim ve tüketimle birlikte atık ve kirlilik miktarında da bir artışa neden olmaktadır. Artan atık miktarının uygun koşullarla bertaraf edilmemesi veya depolanmaması başta hava, su ve toprak kirliliğine yol açarak insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedir. Nüfus artışı ile birlikte artan gıda ve barınma ihtiyacı, ormanların yok edilmesine ve doğal habitatların tahrip olmasına yol açmaktadır. Artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamak ve ekonomik faaliyetlerine yönelik olarak yeni tarım arazileri oluşturmak amacıyla ormanların yok edilmesi sıklıkla karşılaşılan bir durumdur. Kesilen ağaçlar orman ürünleri olarak satılmakta veya ısınmak için yakılmaktadır. Ormanların yok olması ise toprak erozyonuna, doğal habitatların yok

olması nedeniyle biyolojik çeşitliliğin azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca, karbon deposu olan ormanların yok edilmesi, iklim değişikliğine de katkıda bulunmaktadır. Nüfus artışının belki de neden olduğu en önemli sorun, artan enerji ihtiyacının karşılanması için fosil yakıt tüketiminin artmasına bağlı olarak sera gazı salımlarında yaşanan artıştır. Sera gazı salımları küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine yol açarak aşırı hava olaylarına, kuraklığa ve sellere neden olmaktadır.

**-Kentleşme:** Kentleşme, son yüzyılda artan bir hızla devam eden ve dünya nüfusunun büyük bir kısmını şehirlerde yaşamaya iten bir olgudur. Kentleşme, insanlık tarihinin en belirgin sosyal ve çevresel değişimlerinden birisidir. Nüfusun kentlerde yoğunlaşması, doğal ve yapay çevre üzerinde derin izler bırakmaktadır. Kentleşme süreci, genellikle doğal habitatların yok olmasına, biyoçeşitliliğin azalmasına, hava ve su kirliliğine ve atık yönetimi sorunlarına yol açmaktadır. Şehirler büyüdükçe, enerji ve su gibi kaynaklara olan talep artar, bu da çevresel baskıyı artırır. Kentleşme, tarım arazilerinin ve ormanların azalmasına, su kaynaklarının aşırı kullanımına ve kirlenmesine ayrıca atmosfere daha fazla sera gazı salımına neden olmaktadır. Şehirler en önemli gürültü ve ışık kirliliği kaynaklarından birisidir. Bu çevresel sorunlar, genellikle şehir planlamasının eksikliği ve altyapı yetersizlikleriyle daha da kötüleşmektedir. Yerel yönetimlerin “iyi yönetim” konusundaki eksiklikleri, kentleşmenin yarattığı olumsuz etkilere çözüm bulma konusundaki yetersizliklerden ötürü bu sorunları içinden çıkılmaz bir hale getirmektedir. Ayrıca, kentsel alanlarda binalar, yollar, köprüler vb. altyapılar güneş ışığını emerek ve ısıyı hapsederek çevrelerinden daha sıcak bir mikro iklim oluştururlar. Bu duruma kentsel ısı adası adı verilmektedir. Kentsel ısı adaları, kentlerin ve çevresinin hava sıcaklığını artırır. Sıcak havalarda, binaları serinletmek için daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulur. Bu durum sera gazı salımlarının artmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, kentlerde oluşan sıcak hava, hava kirleticilerinin oluşumunu ve birikimini kolaylaştırdığından insan sağlığını ve çevreyi olumsuz yönde etkilemektedir. Moran vd. (2018) tarafından 189 ülkedeki 13.000 şehrin karbon ayak izini tahmin etmek için yapılan çalışmaya göre en yüksek emisyonlu 100 kentsel alan dünya nüfusunun %11’ini barındırmasına rağmen küresel karbon ayak izinin %18’ini oluşturmaktadır. Çalışma kapsamındaki ülkelerin yarısından fazlasında, en üst 3 kentsel alan ulusal karbon ayak izinin %25’inden fazlasına sahiptir. Bu durum birçok ülkede yerel yönetimlerin ulusal yönetimler kadar karbon salımına neden olduğunu göstermektedir. Gerçekten de, tarihsel olarak bakıldığında

sanayileşme ile Avrupa ve Kuzey Amerika'daki şehirlerde yaşanan hızlı kentleşme, ciddi çevresel sorunlara yol açmıştır. Bu dönemde, hava kirliliği ve su kirliliği gibi sorunların şehirlerin hızla büyümesiyle birlikte arttığı görülmüştür. Londra ve New York gibi büyük şehirlerde kömür yakılması, binlerce insanın ölümüne neden olan hava kirliliğine neden olmuştur(Kahn ve Zheng, 2018:11). Günümüzde ise Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ülkeler, artan kentleşmenin neden olduğu çevre sorunları ile mücadele etmektedir.

**-Fosil Yakıt Kullanımı:** Fosil yakıtlar, kömür, petrol ve doğalgaz gibi milyonlarca yıl önce yer altında sıkışarak oluşmuş organik maddelerden elde edilen enerji kaynaklarıdır. Bu yakıtlar, sanayi devrimi ile birlikte enerji ihtiyacını karşılamak için yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ancak fosil yakıtların çıkarılması, işlenmesi ve kullanılması, çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Fosil yakıtların çevre üzerindeki etkileri, sadece bugünü değil gelecek nesilleri de etkileyecek şekildedir. Bu etkiler ise bir dizi süreç ve sonuçla kendisini göstermektedir. Fosil yakıtların kullanımı, atmosfere büyük miktarda sera gazları salınmasına neden olmaktadır. Bu gazlar, özellikle CO<sub>2</sub>, güneş ışınlarının bir kısmını tutarak küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı, hava kirliliğine neden olan zararlı gazların atmosfere salınmasına yol açmaktadır. Hava kirliliği, insan sağlığını tehdit etmekte ve solunum hastalıklarına neden olmaktadır. Bu durumun dolaylı etkileri ise sağlıksız bir beşeri sermaye ve ciddi miktarlarda sağlık harcamaları ile kendisini göstermektedir. Fosil yakıtların kullanılmasının bir diğer çevresel etkisi atmosfere salınan kükürt dioksit ve azot oksit moleküllerinin su ile reaksiyona girerek asit yağmurlarına neden olmasıdır. Asit yağmurları, ormanlara, su kaynaklarına ve yapılara zarar vermektedir. Fosil yakıtların çıkarılması, işlenmesi ve taşınması sırasında meydana gelen petrol sızıntıları ve diğer kazalar ciddi boyutlarda çevresel kirliliğe neden olarak su ekosistemlerine zarar vererek biyolojik çeşitliliği tehdit etmektedir. Ayrıca, fosil yakıtların yakılması ve atıklarının depolanması, toprak kirliliğine neden olmaktadır. Toprak kirliliği, tarımsal üretime zarar vermekte ve insan sağlığını tehdit etmektedir.

**-Ormanların Yok Edilmesi:** Ormanlar, dünya üzerindeki en önemli ekosistemlerden birisidir. Gezegenimizin akciğerleri olarak bilinen ormanlar, birçok bitki ve hayvan türüne ev sahipliği yapar, iklimi düzenler, su kaynaklarını korur ve toprak erozyonunu önler. Ancak son yıllarda artan ormansızlaşma, birçok çevre sorununa yol açmaktadır. Ormanların yok edilmesi, genellikle tarım, hayvancılık, madencilik, altyapı projeleri ve



kentsel genişleme gibi insan faaliyetleri sonucunda gerçekleşmektedir. Ormansızlaşmanın bir diğer nedeni orman yangınlarıdır. Burada yine insan faktörü etkili olmakla birlikte, iklim değişikliği de orman yangınlarına neden olmaktadır. Gerçekten de, 2020-2021 yılında ortaya çıkan orman yangınlarının nedeninin iklim değişikliği olduğu düşünülmektedir(Koç, 2023: 35). Ormanlar hem fotosentez süreci ile atmosferden CO<sub>2</sub>'yi çekip havaya oksijen bırakarak, hem de karbonu toprakta ve bitki örtüsünde depolayarak hayati bir işlev görmektedir. Ancak ormanların yok edilmesi atmosferden karbon emme kapasitesini azaltarak, ağaçların depoladığı karbonun atmosfere geri salınmasına neden olmaktadır (Silver, 2023:29-30). Atmosferdeki CO<sub>2</sub>'yi absorbe edecek ağaçların azalması ise küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. Ayrıca ormanlar, yağmur suyunu emerek yeraltı sularının beslenmesini sağlamaktadır. Artan ormansızlaşma, su kaynaklarının azalmasına ve kuraklığın artmasına neden olmaktadır. Bu durum, toprağı tutan ağaçların ve bitkilerin azalmasına ve toprak erozyonunun artmasına neden olmaktadır. Toprak erozyonu, tarım arazilerinin verimini düşürmekte, sel riskini artırmakta ve arazilerin çölleşmesine neden olmaktadır. Birçok bitki ve hayvan türünün yaşam alanı olan ormanların tahrip olması aynı zamanda biyolojik çeşitliliğinde tehlike altına girmesi anlamına gelmektedir.

**-Ulaşım:** Ulaşım, insanların ve malların bir yerden başka bir yere taşınmasını sağlayan temel bir hizmettir. Modern yaşamın vazgeçilmez bir parçası olan ulaşım, çevre üzerinde önemli bir etkiye sahiptir ve bu etki, kullanılan ulaşım türü, teknolojisi ve altyapısına göre değişmektedir. Örneğin, karayolu taşımacılığı, demiryolu veya deniz yolu taşımacılığına göre genellikle daha fazla karbon salımına neden olmaktadır. Bilindiği üzere, araç egzoz emisyonları sera gazları ve hava kirleticilerinin atmosfere salınmasına neden olur. Bu nedenle, gerek uluslararası ticarete, gerekse şehir içi, şehirlerarası ve ülkelere arası seyahatlerde önemli sera gazı salımları ortaya çıkmaktadır. Yol yapım çalışmaları ve kazalar, su kaynaklarının kirlenmesine yol açabilir. Gemilerden ve petrol tankerlerinden sızan yakıt ve yağlar deniz kirliliğine neden olmaktadır. Araçlardan sızan yağlar ve kimyasallar toprağı karışarak toprak kirliliğine yol açabilir. Ulaşım araçlarının gürültüsü, en önemli gürültü kirliliği kaynaklarından. Yol yapım çalışmalarında kullanılan güzergahlar bazen doğal ekosistemleri tahrip ederek biyoçeşitlilik kaybına yol açmaktadır.

**-Sanayileşme ve Teknolojik Gelişmeler:** Sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, insan yaşamının birçok konuda gelişmesine katkıda bulunarak ciddi refah artışlarına neden olmuştur. Ancak bu gelişmelere paralel yaşanan refah artışı birçok çevre sorununu da beraberinde getirmiştir. Sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, enerji, su ve hammadde gibi doğal kaynaklara olan talebi artırmaktadır. Bu durum, kaynakların tükenmesine ve doğal kaynaklar üzerinde aşırı baskı oluşmasına yol açmaktadır. Sanayi tesisleri ve motorlu taşıtlar, hava, su ve toprak kirliliğine neden olan zararlı gazlar ve atıklar üretmektedir. Ortaya çıkan kirlilik ise insan ve çevre sağlığını tehdit etmektedir. Sanayileşme ve teknolojik gelişmeler, kentleşmeyi artırmakta, sanayi sektörünün ihtiyacı olan iş gücü çoğunlukla kırdan kente göç ile sağlandığından cazibe merkezi haline gelen bazı bölgelere ciddi göçlere neden olmaktadır. Bu durum da sanayi tesislerinin, teknoloji üreten merkezlerin ve artan göçle birlikte ortaya çıkan konut ihtiyacının temini için tarım arazilerinin ve ormanlık alanların daraltılmasına hatta yok edilmesine yol açmaktadır. Ormanların yok olması, biyolojik çeşitliliği azaltmakta ve iklim değişikliğine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, sanayi tesisleri ve motorlu taşıtlardan kaynaklanan sera gazı salımlarının küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine yol açtığı bilinen bir durumdur. Günümüzde ortaya çıkan önemli teknolojik yeniliklerin yüksek düzeyde enerji tükettiği konusunda ciddi itirazlar bulunmaktadır. Örneğin, bilgi teknolojileri, kripto para madenciliği ve yapay zeka (YZ) alanında yaşanan gelişmelerle birlikte ortaya çıkan önemli düzeydeki enerji ihtiyacı, bazı kesimlerin bahsi geçen teknolojilere iklim dostu olmamaları nedeniyle şüpheyle yaklaşmasına neden olmaktadır. Veri işleme, veri depolama ve iletişim ihtiyaçlarında yaşanan hızlı artış, veri merkezi pazarında yüksek oranlarda büyümeye neden olmuştur. Veri işleme ve depolama için kullanılan donanımlara güç sağlamak, soğutmak ve uygun çalışma ortamı sıcaklığını korumak için çok fazla enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. İstatistikler, veri merkezlerinin global elektrik arzının yaklaşık %3'ünü tükettiğini ve sera gazı emisyonlarının yaklaşık %4'ünü oluşturduğunu göstermektedir. Bu nedenle, artan internet, depolama ve iletişim ihtiyaçları, veri merkezlerinin enerji tüketimini ve sera gazı salımlarını önemli ölçüde artırmaktadır (Yardımcı, 2023:149-150). Kripto para üretimi işlemi ya da diğer adıyla “madencilik”, yüksek işlem gücüne sahip bilgisayarlar ile çeşitli algoritmaların çözülmesi veya kripto para işlemlerinin kaydının tutulması yoluyla gerçekleştirilmektedir. Bu işlemler sırasında ciddi düzeylerde enerji tüketimi gerçekleşmektedir. Örneğin, bitcoin

üretimi için harcanan elektrik enerjisi Arjantin, Kazakistan, Filipinler gibi ülkeleri geride bırakmıştır (Özkan, 2023:195). Benzer şekilde, elektrikli araçlarda yaşanan gelişmeler de elektrik enerjisine olan talebi arttırmaktadır. Önümüzdeki yıllarda elektrikli araç sayısında ve bu araçların tüketeceği enerji miktarında önemli artışlar yaşanacağı tahmin edilmektedir (Yüksel, 2023:144-146) Bu konuda dikkat çeken bir uyarı da, Tesla'nın CEO'su Elon Musk'dan gelmiştir. Elektrikli araçlar ve YZ gibi enerji talebi yüksek iki sektörün aynı anda popülerlik kazanmasının, elektrikli ekipman ve enerji üretimi için büyük bir talep yarattığını düşünen Musk 2025 yılını işaret ederek dünyanın elektrik ve trafo arzı konusunda sıkıntıyla karşı karşıya kalacağını belirtmiştir(www.donanimhaber.com E.T. 29/03/2024).

Gerçekten de, YZ alanında yaşanan gelişmelerle birlikte son yıllarda öne çıkan doğal dil işleme uygulamaları ve çeşitli YZ teknolojileri ciddi düzeylerde enerji tüketmektedir. Bu alanlarda önümüzdeki yıllarda yaşanacak gelişmelerle birlikte elektrikli araç ve YZ teknolojilerinin enerji ihtiyaçlarının da artacağı tahmin edilmektedir. Artan talebin yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanamaması durumunda sera gazı salımlarında ciddi artışlar gerçekleşebileceği açıktır.

**-Aşırı Tüketim ve Atıklar:** Modern yaşam tarzı, aşırı tüketim ve atık üretimine dayalı bir yapıya sahiptir. Aşırı tüketim, kapitalist ekonomilerde özellikle tüketimi teşvik eden reklamların etkisiyle ortaya çıkmaktadır. Bu durum ise birçok çevre sorununa yol açmaktadır. Aşırı tüketim, enerji, su ve hammadde gibi doğal kaynakların tükenmesine yol açar. Doğal kaynakların aşırı tüketimi ise birçok bitki ve hayvan türünün yok olma tehlikesi altına girmesine sebep olur. Tüketim faaliyetlerindeki artış üretimin de artmasına neden olmaktadır. Artan üretim ise sera gazı salımlarının artmasına ve küresel ısınmaya katkıda bulunmaktadır. Üretilen ürünlerin ve ambalajların atığa dönüşmesi sonucunda, hava, su ve toprak kirliliği oluşmaktadır. Son yıllarda, hızlı teknolojik ilerleme ve moda endüstrisindeki hızlı döngü, elektronik cihazların ve tekstil ürünlerinin de kullanımında ciddi artışlara yol açmıştır. Eski veya kullanılmayan elektronik cihazların ve tekstil ürünlerinin neden olduğu atıklar, tehlikeli kimyasalların ve metallerin çevreye yayılmasına neden olmaktadır. Atıkların yanlış yönetimi ise su kaynaklarının kirlenmesine ve toprak kalitesinin düşmesine sebep olmaktadır. Nüfus artışı, aşırı tüketim ve atık üretimini doğrudan etkiler. Daha fazla insan, daha fazla tüketim ve dolayısıyla

daha fazla atık anlamına gelmektedir. Bu durum, sürdürülebilir bir çevre için ciddi zorluklar oluşturmaktadır.

**-Kalkınma Sürecinde Çevrenin Göz Ardı Edilmesi:** Kalkınma, bir toplumun sadece ekonomik anlamda değil sosyal ve kültürel alanlarda da ilerlemesini ifade etmektedir. Ancak, bu süreçte çevrenin korunması ve sürdürülebilirlik sıklıkla ihmal edilmektedir. Bunun en büyük nedenlerinden birisi, kalkınma sürecinde gereken kıt sermayenin çevrenin korunması ve geliştirilmesi gibi amaçlarla kullanılması yerine öncelikli olarak altyapı yatırımları, baraj inşaatları ve kentleşme projeleri vb. kalkınma projeleri için kullanılmasının tercih edilmesidir. Ayrıca, kalkınma sürecinde toplumun eğitim seviyesi henüz istenen düzeye ulaşmadığından çevre konusunda duyarlılık ve çevre bilinci zayıftır. Kalkınma sürecinde çevrenin göz ardı edilmesi, genellikle ekonomik büyüme ve sanayileşme odaklı politikalar sonucunda gerçekleşir. Kalkınma projeleri için yapılan altyapı çalışmaları, doğal habitatların tahrip edilmesine yol açabilir. Ormanların yok edilmesi, sulak alanların kurutulması ve ekosistemlerin zarar görmesi, biyolojik çeşitliliği azaltabilir. Kalkınma sürecinde atık yönetimi genellikle yetersizdir. Şehirleşme ve tüketim alışkanlıklarındaki değişim, atık miktarını artırırken, atıkların düzgün bertaraf edilmemesi çevre kirliliğini artırabilir.

**-Kötü Yönetim:** Kötü yönetim, çevre sorunlarının ortaya çıkmasında ve şiddetlenmesinde önemli bir rol oynar. Kötü yönetim, genellikle kısa vadeli ekonomik kazançları uzun vadeli çevresel sürdürülebilirlikten üstün tutan kararlarla karakterize edilmektedir. Kötü yönetim, çevresel kaynakların yanlış kullanımı, yetersiz çevre politikaları ve uygulamaları ile çevre sorunlarının artmasına yol açmaktadır. Etkili olmayan politikalar, yolsuzluk, yasaların uygulanmasındaki eksiklikler ve hesap verebilirlik ile şeffaflığın ön planda olmaması gibi birçok faktör, çevrenin bozulmasına ve mevcut çevre sorunlarının ağırlaşmasına katkıda bulunabilir. Yetersiz düzenlemeler veya uygulanmayan çevre yasaları, kirliliği ve doğal kaynakların aşırı tüketimini kontrol altına almakta yetersiz kalmaktadır. Kamu görevlilerinin rüşvet ve su istimal gibi yolsuzluklara karışması, çevresel düzenlemelerin çiğnenmesine ve çevreye zarar veren faaliyetlerin göz ardı edilmesine yol açmaktadır. Çevre yasalarını ihlal edenlere caydırıcı cezaların uygulanmaması, bu tür ihlalleri teşvik etmektedir. Kamu yetkililerinin çevresel kararlarının sonuçlarından sorumlu tutulmaması, çevreye karşı duyarsız bir yaklaşımın doğmasına neden olmaktadır.

**-Çevre Sorunlarına Karşı Bilinçsizlik:** Çevre sorunlarının oluşumunda ve şiddetlenmesinde en önemli etkenlerden birisi de çevre sorunlarına karşı bilinç eksikliğidir. Bilinçsizlik, bireylerin ve toplumların her tür faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkileri konusunda bilgisiz olması veya bu etkileri göz ardı etmeleri durumudur. Bireysel ve toplumsal bilinç eksikliği, birçok çevre sorununa neden olmaktadır. Bu durum genellikle, eğitim eksikliği, yanlış bilgilendirme ve çevresel farkındalığın düşük olması gibi faktörlerle ilişkilidir. Gelecek nesilleri de düşünen bir yaşam tarzının benimsenmemesi, çevre konusunda bilinçsizlikle birlikte, atık yönetimi, kaynak kullanımı ve çevrenin korunması konularında yanlış kararlar alınmasına ve çevre için zararlı olan uygulamalara yol açar. Bilinçsiz davranışlar sonucunda, hava ve su kirliliği, toprak erozyonu, habitat yıkımı ve biyoçeşitlilik kaybı gibi çeşitli çevre sorunları ortaya çıkar. Ayrıca, plansız kentleşme ve sanayileşme, çevresel baskıları artırır ve ekolojik dengeleri bozar.

**-Yoksulluk:** Yoksulluk, bireylerin ve toplumların beslenme, barınma gibi temel ihtiyaçlarını karşılayamaması durumu olarak tanımlanabilir. Yoksulluk ve çevre sorunları, birbirini besleyen ve karmaşık bir ilişkiye sahip iki önemli sorundur. Yoksulluk, birçok çevre sorununa yol açmakta ve aynı zamanda çevre sorunları da yoksulluğu derinleştirmektedir. BM'nin "Brundtland Komisyonu" tarafından hazırlanan ve "Sürdürülebilir Kalkınma" kavramını popüler hale getiren "Ortak Geleceğimiz" başlıklı rapor, yoksulluk ve çevre sorunlarını birbirine bağlamıştır. Komisyonun bu konudaki ana tezlerinden birisi, yoksulluğun çevresel bozulmanın hem nedeni hem sonucu olduğudur (Endres ve Radke, 2012:146). Yoksul topluluklar, geçimlerini sağlamak için doğal kaynaklara (ormanlar, su kaynakları, balıkçılık vb.) aşırı bağımlıdır. Bu durum, doğal kaynakların aşırı tüketilmesine ve tahrip olmasına yol açmaktadır. Yoksul insanlar, geçimlerini sağlayabilmek için çevreye zarar veren faaliyetlere (kaçak ağaç kesimi, aşırı avlanma, eski teknolojilere dayanan kirlilik yoğun üretim yöntemleri vb.) katılmak zorunda kalabilirler. Yoksulluk, eğitim ve çevre bilincine erişimde de eşitsizliğe yol açmaktadır. Bu durum, çevreye duyarlı davranışların gelişmesini engellemektedir. Yoksul bölgelerde, atık yönetimi, su arıtma ve kanalizasyon gibi temel altyapı ve hizmetler yetersizdir. Bu durum, çevre kirliliğinin artmasına yol açmaktadır. Yoksulluk, plansız kentleşmeye ve gecekondu bölgelerinin oluşmasına yol açtığından çevresel stres ve kirlilik artmaktadır. Ayrıca, yoksul toplulukların çevre dostu teknoloji

ve uygulamalara ulaşımında sınırlılıklar söz konusudur. Bu durum, fosil yakıtların aşırı kullanımına ve çevresel kirliliğe yol açmaktadır.

### **1.3. Çağımızın En Büyük Çevre Sorunu: İklim Değişikliği**

Çağımızın küresel ölçekte en büyük probleminin iklim değişikliği olduğu konusunda yaygın bir görüş söz konusudur. 2022 yılı Küresel Riskler Raporuna göre en önemli küresel risklerin başında İklim değişikliği yer almaktadır (Dünya Ekonomik Forumu, 2022). Fosil yakıtların aşırı kullanımı, kentleşme, ormansızlaşma ve endüstriyel faaliyetler iklim değişikliğini 21. yüzyılın en önemli çevresel sorunlarından biri haline getirmiştir. İklim değişikliği küresel bir sorundur çünkü bir ülkenin saldıgı sera gazları sadece o ülkenin üzerinde birikip o ülkenin iklimini değıştirmez (Bilim ve Teknik Dergisi, 2021:22). Salınan sera gazları atmosferde dağılarak neden olduğu küresel ısınma ile birlikte ülkeleri farklı şekillerde etkilemektedir.

İklim değişikliği, yeryüzünün ilk kez karşılaştığı bir olgu olmamakla birlikte içerisinde bulunduğumuz iklim değişikliğini daha öncekilerden farklı kılan şey hızı ve insan faaliyetlerinin bu sürece olan katkısıdır. Gerçekten de, mevcut iklim değişikliğinin hızı, geçmişte yaşananların çoğundan daha hızlıdır ve bu durum toplumlarının ve doğal dünyanın değışen iklime uyum sağlamasını zorlaştırmaktadır (National Academy of Science & The Royal Society, 2020:9). İklim değişikliği, başlı başına bir problem olmakla birlikte diğere çevre sorunlarıyla da doğrudan veya dolaylı olarak bir ilişki içerisinde. Küresel ısınma, deniz seviyesinin yükselmesi, türlerin yok oluşu ve ekstrem hava olayları iklim değişikliği ile bağlantılı olan diğere çevre sorunlarından bazılarıdır.

İklim değişikliği kimilerine göre bir tür piyasa başarısızlığı iken kimilerine göre mevcut kapitalist sistemin kaçınılmaz bir sonucudur. Bazılarına göre ise iklim değişikliği zaten belirli periyotlarla döngüsel olarak gerçekleşen bir olgu olarak karşımıza çıkmaktadır. Marjinal bir kesime göre ise iklim değişikliğinin gerçekliğine dair yeterince kanıt bulunmamaktadır. Özellikle Hükümetlerarası İklim Değışikliği Paneli (IPCC) kurulduktan sonra dünyanın dört bir yanından bilim insanlarının iklim değişikliği hakkında yaptıkları çalışmalar ile elde edilen bulgular bir araya getirilerek dünya kamuoyuna sunulmaktadır. Elde edilen bulguların söylediğı şey ise açıktır, ısınma kesindir ve bu durumun başlıca sorumlusu insan faaliyetleridir. Gerçekten de IPCC, insan faaliyetlerinin atmosferi, okyanusu ve toprağı ısıttığının kesin olduğunu belirterek

sistematik bilimsel değerlendirmeler başladığından beri (1970’li yıllardan itibaren), insan faaliyetlerinin iklim sisteminin ısınması üzerindeki etkisinin teoriden kalıcı bir gerçeğe dönüştüğünü açık bir şekilde ifade etmektedir.

İklim değişikliğine dair bilimsel ilgi iklim değişikliğinin daha iyi anlaşılmasına yönelik bilimsel adımları da beraberinde getirmiştir. Bu durum insanlığa hizmet edenleri ödüllendirmek için Alfred Nobel’in vasiyeti doğrultusunda verilen dünyanın en prestijli Nobel Ödüllerinde de kendisini göstermiştir. Örneğin, 2007 yılında Nobel barış ödülü, insan kaynaklı iklim değişikliği hakkında daha fazla bilgi oluşturma, yayma ve iklim değişikliği ile mücadele konusunda gösterilen çabalarına karşılık IPCC ve ABD eski başkan yardımcısı Al Gore’a verilmişti. Benzer şekilde, ABD’li ekonomist William Nordhaus ekonomi ve iklim arasındaki etkileşimi tanımlayan çalışmalarından ötürü 2018 yılında Nobel ekonomi ödülünü Paul Romer ile paylaşmıştır. 2021 yılında ise Syukoro Manabe ve Klaus Hasselmann dünyanın iklimi ve insanlığın onu nasıl etkilediği konusunda bilime yaptığı katkılardan ötürü Nobel Fizik ödülüne layık görülmüşlerdir(www.nobelprize.org E.T. 02/04/2024). Kuşkusuz iklim biliminin bu noktaya gelmesi 1800’lü yıllarda atılan adımlarla başlamıştır. Tablo 1’de iklim değişikliğinin keşfinde yaşanan bilimsel ilerlemelerin dönüm noktaları özet halinde sunulmuştur.

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jean Baptiste Joseph Fourier (1768-1830) | Güneş’den gelen görünür ışık biçimindeki enerjinin atmosfere kolayca nüfuz ederek yüzeye ulaştığını ve onu ısıttığını, ancak ısının uzaya o kadar kolay geri kaçamayacağını fark etti. Hava, yüzeyden yükselen görünmez ısı ışınlarını (kızılötesi radyasyon) emer. Isınan hava, enerjinin bir kısmını yüzeye yayarak sıcak kalmasına yardımcı olur. Bu, daha sonra “sera etkisi” olarak adlandırılacak olan etkidir. |
| Eunice Foote (1819-1888)                 | John Tyndall’ın çalışmalarından 3 yıl önce 1856 yılında, CO <sub>2</sub> ve su buharının güneş radyasyonundan ısıyı emme özelliğini gösteren deneyler yapmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| John Tyndall (1820–1893)                 | Çeşitli gazların ısıyı emme özelliklerini inceleyerek ısıyı emme özelliklerini gösteren çalışmalar yapmıştır. Atmosferde su ve CO <sub>2</sub> birikimindeki değişimin tarih boyunca yaşanmış bütün iklimsel değişikliklerin sebebi olabileceğini ileri sürmüştür.                                                                                                                                                    |
| Svante Arrhenius (1859–1927)             | Atmosferik CO <sub>2</sub> ’nin ikiye katlanmasının küresel iklim üzerindeki etkisinin ne olacağını araştıran ve fosil yakıtların yanmasından ve diğer yanma işlemlerinden kaynaklanan CO <sub>2</sub> salımlarının küresel ısınmaya neden olacağını tahmin eden ilk kişiydi.                                                                                                                                         |
| Guy Stewart Calendar (1897–1964)         | CO <sub>2</sub> ile Dünya’nın sıcaklığı arasındaki bağlantıyı ilk kuran kişiydi. Dünya iklimine ne olduğunu açıklamak için “güçlendirilmiş sera etkisi” terimini kullanmıştır. Isınmanın insan faaliyetleri sonucu artan fosil yakıt tüketimi nedeniyle arttığını belirtmiştir.                                                                                                                                       |

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gilbert Norman Plass (1920–2004)   | Plass, erken dönem elektronik bilgisayarları kullandı ve CO <sub>2</sub> 'nin iki katına çıkmasının Dünya sıcaklığını 3,6°C artıracığını tahmin etmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Hans Suess (1909–1993)             | Hans Suess'in iklim değişikliği bilimine ana katkısı, okyanus dolaşımının karbon iyonlarını dağıtmasının çok uzun sürdüğünü ve bunun sonucunda okyanusların insanlığın atmosfere bıraktığı CO <sub>2</sub> miktarlarını ememeyeceğini belirlemek olmuştur.                                                                                                                                                                            |
| Roger Revelle (1909–1991)          | Yeryüzü sıcaklığı üzerinde yükselen atmosferik CO <sub>2</sub> seviyelerinin etkilerini fark eden ilk bilim insanlarından biriydi. Revelle, Keeling'i işe aldı ve atmosferik CO <sub>2</sub> ölçümlerine başladı. 1965 yılında Revelle, Çevre Kirliliği Bilimsel Danışma Komitesi'nde görev yaptı. Komite, CO <sub>2</sub> 'nin resmi olarak küresel bir sorun olarak kabul edildiği ilk yetkili ABD hükümeti raporunu yayımlamıştır. |
| Charles David Keeling (1928-2005)  | Atmosferdeki CO <sub>2</sub> artışını çok hassas ölçümlerle doğrulayan ilk bilim adamıydı. Keeling'in çalışmasından önce, hiç kimse CO <sub>2</sub> 'nin atmosferik konsantrasyonunda istikrarlı bir şekilde artışı ölçmemiştir.                                                                                                                                                                                                      |
| Wallace Smith Broecker (1931-2019) | 1975 yılında haftalık dergi Science'ta yayımlanan "İklim Değişikliği: Belirgin Bir Küresel Isınmanın Eşiğinde miyiz?" başlıklı makalede "Küresel Isınma" terimini ilk kez meşru bir şekilde kullanmıştır. Broecker'in makalesi, 1970'lerde kısa bir küresel soğuma döneminde yazılmış olması nedeniyle daha da etkileyici ve öngörülü olmuştur.                                                                                       |
| Michael E. Mann (1965-)            | 1998 yılında geçmiş 1.000 yıla ait küresel sıcaklıkları yeniden yapılandırarak bir makale yayınlamıştır. Makalenin ana grafiğinin şekli bir hokey sopasına benzetilmiştir. Grafikte sıcaklık aralıkları nispeten sabit kalmakla birlikte 1900 yılı civarında dramatik bir yükseliş görülmektedir.                                                                                                                                     |
| Syukuro Manabe (1931-)             | Manabe, küresel iklim değişikliğini ve doğal iklim değişikliklerini simüle etmek için bilgisayarların kullanılmasına öncülük etmiştir. Dünya ikliminin fiziksel modellemesi, değişkenliğin belirlenmesi ve küresel ısınmayı güvenilir bir şekilde tahmin ettiği için 2021 yılında Nobel Fizik Ödülüne layık görülmüştür.                                                                                                              |

**Tablo 1:** İklim Değişikliğinde Yaşanan Bilimsel İlerlemelerin Dönüm Noktaları

**Kaynak:** Farmer ve Cook (2013), Bölgesel Çevre Merkezi (2015), Jackson (2020) ve [www.noaa.gov](http://www.noaa.gov) (E.T. 29/03/2024) web adresinden yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

İklim değişikliği konusunda yaşanan bilimsel ilerlemelere karşılık iklim bilimine karşı şüpheli yaklaşımı yayan faaliyetler de dikkat çekicidir. Bilim insanlarının iklim değişikliği konusunda ulaştığı ortak görüşe rağmen, güçlü endüstri ve ideolojik grupların yanıltıcı bilgileri yaymak için yaptığı bilinçli çabalar sayesinde, toplum genelinde bu konuda ciddi bir şüphe yaratılmıştır (Weart, 2011). Örneğin Klein (2017:73-74), petrol şirketi Exxon Mobil'in 1970'li yıllardan beri iklim değişikliğinin farkında olduğunu ve bu gerçeği gizlemek için 30 milyon dolardan fazla parayı farklı kuruluşlara dağıttığını belirtmektedir. Bu paranın amacı, basında iklim biliminin gerçekliğiyle ilgili şüphe uyandırmak ve kamuoyunun dikkatini dağıtmaktı. Benzer şekilde Mobil şirketi de (Exxon ile birleşmeden önce) New York Times'da bilime şüpheyile yaklaşma düşüncesini yayan tam sayfa ilanlar yayınlamıştır. Oreskes ve Conway (2010), ABD'nin küresel ısınma



konusunda harekete geçmemesinin pek çok nedeni olsa da, bu konuda örgütlü bir inkar kampanyasının olduğuna dikkatleri çekmektedir. Sachs (2019:361-362) ise dünyanın en büyük şirketleri arasında yer alan fosil yakıt şirketlerinin düşük karbonlu enerjiye geçişi geciktirmek için kampanya finansmanı, lobi faaliyetleri gibi çok çeşitli araçlarla siyasi destek elde etmeyi başardıklarını, bazı şirketlerin işi, bilim karşıtı propagandayı desteklemeye ve kamuoyu nezdinde ana akım bilime dair kuşku yaratma çabasına kadar götürdüğünü ifade etmektedir.

#### **1.4. İklim Değişikliği ve Hava Durumu İlişkisi**

İklim değişikliği olgusu ile birlikte sıklıkla kullanılan diğer üç kavram; “Hava Durumu”, “Sera Etkisi” ve “Küresel Isınma” kavramlarıdır. Bazen birbirlerinin yerine de kullanılan ve sıklıkla karıştırılan bu kavramlar gözlemlenebilen ve birbiriyle de yakından ilişkisi olan olgulardır. Bu noktada, bu kavramlardan “iklim değişikliği” ile “hava durumunun” ne anlama geldiklerine ve iklim biliminin fiziksel temelleri ile olan ilişkilerine bakmak yararlı olacaktır.

Atmosfer (havaküre), hidrosfer (suküre), kriyosfer (buzküre), litosfer (taşküre) ve biyosfer (yaşamküre) olmak üzere beş temel bileşenden oluşan ve dünyamızın en karmaşık yapılarından birisi olan iklim sistemi; güneşten gelen enerji, atmosfer, kara yüzeyleri, buz ve kar tabakaları, okyanuslar ve diğer su kütleleri ile canlılar ve bunlar arasındaki etkileşimlerden oluşur (Kaynak, Çevre ve İklim Derneği, 2023:3). İklim, “yeryüzünün herhangi bir yerinde uzun yıllar boyunca yaşanan ya da gözlenen tüm hava koşullarının ortalama durumudur” (Bölgesel Çevre Merkezi, 2015:3). Çoğunlukla “hava durumu” kavramıyla karıştırılan “iklim” kavramı hava durumundan farklı olarak atmosferik koşulların daha uzun dönemli oluşturduğu ortalama durumu belirtirken hava durumu, kısa bir süre içerisinde atmosferik koşulların oluşturduğu durum olarak tanımlanabilir. Yukarıda belirtilen iklim tanımından yola çıkarak “İklim değişikliği” kavramını hava koşullarının uzun dönemde ortalama durumunda gözlenen ve yeni bir ortalama duruma neden olan sapmalar olarak ifade etmek mümkündür. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca yürütülen İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi Eğitim Projesi kapsamında hazırlanan Terimler Sözlüğünde İklim değişikliği,

“Tipik olarak onlarca yıl veya daha uzun sürelerdeki zaman dilimleri boyunca etkisini devam ettiren ve iklim özelliklerinin (örneğin; istatistiki testler kullanılarak) ortalama ve/veya varyanslarında gözlenen değişiklikler ile belirlenen iklim durumundaki değişikliğe denir. İklim değişikliği, doğal içsel süreçler veya; güneş döngüsündeki geçişler, volkanik patlamalar ve arazi kullanımı ile atmosfer bileşenlerindeki insan kaynaklı kalıcı değişiklikler gibi dış güçlere bağlı olarak gelişebilir”(Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022:35).

şeklinde ifade edilirken, BMİDÇS’de iklim değişikliği, “Karşılaştırılabilir zaman dilimlerinde gözlemlenen doğal iklim değişikliğine ek olarak, doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşimini değiştiren insan faaliyetlerine atfedilen iklimdeki değişiklik” olarak tanımlanmaktadır(UNFCCC, 1992:7). Bu tanımlar insan faaliyetlerinin de iklim değişikliğine neden olabileceğini açıkça vurgulamaktadır.

İklim değişikliğiyle ilgili dikkate alınması gereken bir başka husus, “değişkenlik” kavramıdır. Bu terim, iklim unsurlarının uzun vadeli ortalamalarından sapmaları değil, kısa vadeli ve belirli bir süre içindeki dalgalanmaları ifade eder. Değişkenlik kavramı, anomaliler olarak adlandırılan ekstrem durumları içeren normalden sapmalar olarak ifade edilebilir ve bir hafta, bir ay, hatta bir mevsim veya yıl gibi kısa dönemleri içerebilir. Ancak, iklim değişikliği kavramı uzun vadeli değişikliklere karşılık gelir. Dolayısıyla, değişiklik ile değişkenliği birbirinden ayırmak önemlidir. Örneğin, ardışık yıllarda yağış miktarında belirgin farklılıklar değişkenlik örneğidir. Değişkenlikler, dünya çapında farklı iklim bölgelerinde genel atmosfer dolaşımı ve yerel coğrafi koşullar nedeniyle farklı ölçeklerde görülebilir. Bu nedenle, iklim unsurlarındaki yerel veya bölgesel dalgalanmaları sadece doğal veya insan kaynaklı iklim değişikliğine atfetmek doğru değildir (Gönençgil, 2021:210).

### **1.5. Sera Etkisi**

İklim değişikliğinin yukarıda belirtilen tanımlarına karşılık iklim değişikliği ile yakından ilgisi olan sera etkisini de tanımlamakta yarar vardır. Sera etkisi, ilk olarak 1827’de Joseph Fourier tarafından keşfedilen milyonlarca yıllık doğal bir süreçtir. Bu süreç dünyanın genel sıcaklığının değişmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Kweku vd.2018:3). Güneş ışınları yeryüzüne ulaştığında dünya bu solar radyasyonun bir kısmını toprak ve okyanuslarda ısı olarak emerken bir kısmı tekrar uzaya kaçar. Bir kısmı da CO<sub>2</sub> ve metan gibi sera gazları tarafından tutularak dünyanın bir sıcak hava battaniyesine sarılmasını

sağlar. Buna “sera etkisi” adı verilmektedir. Sera etkisi olmadan insanlık ve canlılar yaşamlarını sürdüremezler(<https://iklim.gov.tr> E.T. 25/11/2023). Sera etkisi, Dünya’nın yüzeyinden yayılan kızılötesi radyasyonun bir kısmının atmosferdeki sera gazları tarafından emilip geri yansıtılmasıyla gerçekleşir. Bu süreç, Dünya’nın sıcaklıklarının dengelenmesine ve ılıman bir iklimin sürdürülmesine katkıda bulunur. Atmosferdeki sera gazları, kızılötesi radyasyonu emerek ardından bir kısmını Dünya’ya geri yansıtarak yüzeydeki sıcaklıkları artırır. Dünya’nın atmosferi sera gazlarını içermekte olup bu süreç milyonlarca yıldır doğal olarak gerçekleşmektedir. Bu nedenle, doğal sera etkisi olarak bilinen bu süreç, yaşamın gezegenimizde gelişmesini sağlayan bir faktördür. Sera etkisi olmasaydı Dünya’daki sıcaklıklar Ay’daki gibi olurdu. Ay’ın atmosferi olmadığından sera gazlarının etkisi yoktur ve bu nedenle yüzeyi çok soğuktur ( $-18^{\circ}\text{C}$ ). Ancak, Dünya atmosferinde sera gazları bulunduğu için ortalama sıcaklık  $15^{\circ}\text{C}$ ’dir ve bu sıcaklık Ay’ın sıcaklığından  $33^{\circ}\text{C}$  daha yüksektir(Çiçek, 2021:68). Normal şartlar altında, gezegenimize giren kısa dalga boylu radyasyon (ışınım) ile gezegenimizden yansıyan uzun dalga boylu radyasyonun bir denge içerisinde olması beklenir. Ancak sera etkisi, gezegenin atmosferinden gelen güneş enerjisinin yeryüzünü normalden daha yüksek bir sıcaklığa ulaştırarak ısıtması sürecidir. Bu etkileşim, doğal sera gazları (örneğin su buharı,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  ve  $\text{O}_3$ ) tarafından gerçekleştirilir(Türkiye Kaynak, Çevre ve İklim Derneği, 2023:5).

### Şekil 2: Sera Etkisi

Şekil 2’de sera etkisinin nasıl oluştuğu gösterilmektedir. Güneş’ten gelen kısa dalga boyundaki radyasyon (KDBR), atmosferden kısmen geri yansıtılırken, bir kısmı atmosferde soğurulur ve geri kalan kısmı yeryüzüne ulaşır. Yeryüzünden uzun dalga boyundaki radyasyon (UDBR) yayılır. UDBR’un bir kısmı atmosferde tutulurken bir kısmı Dünya’ya geri yansıtılır ve bir kısmı da uzaya yansıtılır. Atmosfer dışındaki iklim yönlendiricileri, KDBR’yi tutar ve geri yansıtarak Dünya’nın soğumasını sağlar. Ancak, UDBR’yi tutup Dünya’ya geri yansıtan yönlendiriciler, Dünya’nın ısınmasına ve dolayısıyla sıcaklığın artmasına neden olur. Bu gazlara sera gazı denir. İnsan kaynaklı etkilerin bir sonucu olarak sera gazlarının artışı, dünyanın uzun dalga boyundaki ışıınımını azaltarak daha fazla ısıtma eğilimi yaratarak pozitif ışıınımsal zorlamaya yol açmaktadır. Enerji dengesindeki bu pozitif katkı “güçlendirilmiş sera etkisi” olarak adlandırılır (Mirici ve Berberoğlu, 2017:2). Bu durum ise atmosferdeki doğal sera gazlarının varlığıyla yüz milyonlarca yıldır devam eden doğal sera etkisinin artmasını ifade eder (Türkeş, 2021a:65). Atmosferde sıcaklık kapasitesi artıran sera gazlarının bir kısmı doğal yollarla oluşmakla birlikte %90 civarında insan faaliyetleri sonucunda oluşmaktadır (Erdoğan, 2020:287). Atmosferde bulunan sera gazları içerisinde karbondioksit ( $CO_2$ ) %72, metan ( $CH_4$ ) %19, diazotmonoksit ( $N_2O$ ) %6 ve florlu gazlar (Hidro-Floro-Karbonlar HFCs, Perfloro-karbonlar PFCs, Sülfür hegza florür  $SF_6$ ), %3 paya sahiptir (www.mgm.gov.tr E.T. 28/05/2023). Sera gazlarıyla ilgili olarak belirtmekte fayda olan bir diğer bilgi ise bu gazların her birinin atmosferde kaldığı süre boyunca ısı enerjisi emme yeteneğinin farklı olduğudur. Bu nedenle, farklı sera gazlarının salımlarını karşılaştırmak ve sera gazı salımlarını azaltma çabalarını nesnel olarak değerlendirmek için bir ölçek kullanılması gerekir. Bu ölçek, küresel ısınma potansiyeli (GWP) olarak adlandırılır. Küresel ısınma potansiyeli, bir sera gazının atmosferde belirli bir süre boyunca  $CO_2$  ile karşılaştırıldığında görece daha fazla ısı enerjisi emme yeteneğini ifade eder. GWP, genellikle 100 yıllık bir dönem için hesaplanır ve iki faktöre bağlıdır. Birincisi, sera gazının atmosferde kalma süresidir. Diğeri ise atmosferde kaldığı süredeki ısı emme etkinliğidir. Örneğin, metan molekülünün 100 yıllık küresel ısınma potansiyeli (GWP) 25’tir. Yani, atmosfere 1 ton metan gazı salındığında, bu miktar metan 25 ton  $CO_2$ ’nin yarattığı ısınmaya eşdeğer bir ısınmaya sebep olur. Bu durum, metanın 25 ton  $CO_2$  eşdeğeri ( $CO_2e$ ) olduğu şeklinde ifade edilir. Bu nedenle, sera gazı salımlarının

azaltılması için hangi gazlara odaklanması gerektiğini belirlemede GWP önemli bir kriterdir(Türkeş, 2021b).

| Sera Gazları       | Kimyasal Formül  | Küresel Isınma Potansiyeli |
|--------------------|------------------|----------------------------|
| Karbondiyoksit     | CO <sub>2</sub>  | 1                          |
| Metan              | CH <sub>4</sub>  | 25                         |
| Diazotmonoksit     | N <sub>2</sub> O | 298                        |
| Sülfür heksaflorid | SF <sub>6</sub>  | 22,800                     |

**Tablo 2:** Bazı Sera Gazlarının 100 Yıllık GWP Değerleri (IPCC, 2007)

**Kaynak:** Türkeş, (2021a:57)

Tablo 2’de bazı sera gazlarının küresel ısınma potansiyelleri (GWP) gösterilmektedir. Tabloda görüldüğü üzere, küresel ısınma potansiyeli en az olan sera gazı CO<sub>2</sub>’dir. Ancak atmosferde kalma ömrünün uzun olması ve fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan başlıca sera gazının CO<sub>2</sub> olması, iklim değişikliğinde başlıca sorumlu olarak CO<sub>2</sub>’yi işaret etmektedir. CO<sub>2</sub>, atmosferde nispeten az miktarda bulunan ve dağılımı oldukça türdeş olan bir gazdır. Ancak, iklim ve atmosfer bilimciler açısından çok önemli bir gazdır. CO<sub>2</sub>, atmosfere salındıktan sonra 50 ila 200 yıl arasında kalabilir. Bu uzun süre, ısının atmosfere hapsedilmesine ve küresel ısınmanın artmasına neden olur. CO<sub>2</sub>, uzun dalga boylu kızılötesi ışıınımı daha etkili bir şekilde emer. Bu da, CO<sub>2</sub>’nin atmosferi ısıtmadaki etkisini artırır. CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, Sanayi Devrimi’nden bu yana sürekli artmaktadır. Bu artış, küresel ısınmanın ve iklim değişikliğinin ana nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir(Türkeş, 2021b). Fosil yakıtların yakılmasıyla atmosfere salınarak mevcut stoka eklenen CO<sub>2</sub> diğer sera gazlarına göre kimyasal olarak daha kararlı olduğundan havadaki gazlarla tepkimeye girmez, bu nedenle de çözülmez. Fakat yağmurla birlikte okyanusa düştüğü zaman kalsiyumla tepkimeye girer, böylece kalsiyum karbonat oluşturur ve yavaş yavaş okyanusun daha alt tabakalarına doğru çöker. Ancak bu durumda atmosferdeki CO<sub>2</sub> stoku düşer, fakat bu tür süreçler son derece yavaş olduğundan iklim değişikliğine çare olmaktan çok uzaktır. Ayrıca, okyanus üst tabakalarının CO<sub>2</sub> emme kapasiteleri sınırlıdır. Hava ile su arasındaki değiş tokuştan sorumlu olan bu tabakalardaki CO<sub>2</sub> derişimi arttıkça daha fazla miktarda CO<sub>2</sub> dalgalar tarafından atmosfere bırakılır. Okyanuslar ısındıkça da CO<sub>2</sub> emme kapasiteleri düşer. Dolayısıyla, eğer dış etkenler dünyanın sıcaklığında bir artışa neden olursa deniz ve okyanuslar daha fazla CO<sub>2</sub> salar, atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarı artar ve dünyanın ısınması da daha fazla kuvvetlenir. Benzer şekilde, büyük bölümü Sibiry ve Kanada’da bulunan donmuş topraklar çözülürse bu tundra bölgelerinde çürüme süreci başlayacağından ortaya çıkacak olan CO<sub>2</sub> ve metan

salımı sera etkisini artıracaktır (Sinn, 2016:24-25). Bu noktada şunu da belirtmek gerekir ki, atmosferdeki en kuvvetli sera gazı su buharı olmasına rağmen Tablo 2’de gösterilmemiştir. Bunun nedeni, atmosferdeki su buharının miktarını doğrudan değiştiremeyecek oluşumuzdur. Yani atmosferdeki su buharı esas olarak sıcaklıkla birlikte değiştiğinden, su buharının ısınmaya olan etkisi “geri beslemeler” olarak isimlendirilen olguyla ilişkilidir.

## **1.6. Işınımsal Zorlama**

IPCC Raporları’nda, “Işınımsal Zorlama (Radiative Forcing)” terimi, Dünya’nın iklim sisteminin ışıınımsal enerji dengesini bozan dışsal bir etkiyi ifade eder. Bu bozulma, sera gazları ve aerosoller gibi radyasyona duyarlı maddelerin miktarındaki uzun vadeli değişimlerden, güneş ışıınımindaki değişimlerden veya yeryüzünün yansıtma özelliklerindeki değişimler gibi yeryüzünün emdiği radyasyon enerjisini etkileyen diğer faktörlerden kaynaklanabilir. Radyasyon dengesindeki bu dengesizlik, iklim parametrelerini değiştirerek iklim sisteminin yeni bir denge noktasına ulaşmasına neden olabilir(IPCC, 2001:353).

İklim değişikliği, hem doğal olaylar sonucu hem de insan etkinliklerinden kaynaklanan faktörlerden meydana gelir. Güneş’ten gelen ışınlar ile yansıyan ışınlar arasındaki dengeyi değiştiren herhangi bir etken, iklim sistemini etkiler. Bu etkenler, bazen doğal süreçlerden kaynaklanırken bazen de insan faaliyetleri nedeniyle ortaya çıkar. Gezegenimizin ışıınımsal dengesi, üç temel ışıınımsal zorlama faktörü tarafından değiştirilebilir. Işınımsal zorlamaların artmasıyla birlikte gezegenimizin ortalama ısı enerjisi artar ve ortalama sıcaklıklar yükselirken ışıınımsal zorlamaların azalmasıyla gezegenimizin ortalama ısı enerjisi azalır ve ortalama sıcaklıklar düşer. Bir gezegenin ışıınımsal zorlaması, gezegene gelen ve uzaya kaçan ışıınımsal enerji arasındaki fark olarak tanımlanır (Kaynak, Çevre ve İklim Derneği, 2023:6). Tablo 3, ışıınımsal zorlama faktörlerini göstermektedir.

| <b>Işınımsal Zorlama Faktörleri</b>                                   | <b>Örnek Süreçler</b>                                                                                                        | <b>Yerküre Isı Dengesine Etkisi</b><br><b>Isı Artışı: +</b><br><b>Isı Azalması: -</b> |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Güneş'ten gelen ışınımın oranının değişmesi                           | Gezegeneimizin yapısı ve Güneş çevresindeki yörüngesinde meydana gelen değişimler (Milankoviç döngüsü veya VSOP)             | +/-                                                                                   |
|                                                                       | Güneş aktivitelerinde meydana gelen değişiklikler (patlamalar)                                                               | +                                                                                     |
| Dünya'dan yansıyan ışınımın oranının değişmesi                        | Atmosferdeki bulutluluk oranının artması                                                                                     | -                                                                                     |
|                                                                       | Özellikle orman yangınları ve volkanik faaliyetler nedeniyle atmosferdeki aerosol birikiminin artması                        | -                                                                                     |
|                                                                       | İnsan kaynaklı faaliyetlerde kullanılan fosil yakıtlar nedeniyle atmosferde aerosol birikiminin artması                      | -                                                                                     |
|                                                                       | Orman alanlarının tarım, konut ya da sanayi etkinliklerine yer kazandırmak için dönüştürülmesi veya yok edilmesi             | +                                                                                     |
|                                                                       | Güneş ışınlarını doğrudan geri yansıtma özelliğine sahip buzul alanlarının eriyerek azalması                                 | +                                                                                     |
|                                                                       | Stratosferdeki ozon tabakasının incelmeye neden olan kloroflorokarbon gazlarının (CFC'ler) artması                           | +                                                                                     |
| Dünya'dan uzaya yansıyan uzun dalga boylu ışınımın oranının değişmesi | Orman yangınları ve volkanik faaliyetler nedeniyle atmosferde sera etkisi yaratan gazların birikiminin artması               | +                                                                                     |
|                                                                       | İnsan kaynaklı faaliyetlerde kullanılan fosil yakıtlar nedeniyle atmosferde sera etkisi yaratan gazların birikiminin artması | +                                                                                     |

**Tablo 3:** Işınımsal Zorlama Faktörleri ve Yeryüzü Isı Dengesi

**Kaynak:** Bölgesel Çevre Merkezi (2015:5)

İnsan, gezegenimizdeki ekosistemin bir parçası olarak diğer tüketici canlılarla birlikte atmosfere doğal sera gazları salmaktadır. Bu gazlar, başta bitkiler olmak üzere fotosentez yoluyla atmosferden uzaklaştırılır. Bu doğal döngü, uzun yıllardır Dünya'nın ikliminin nispeten sabit kalmasını sağlamıştır. Ancak insan, tarımsal ve endüstriyel faaliyetler gibi biyolojik faaliyetleri dışında kalan faaliyetlerle de atmosfere sera gazı salmaktadır. Fosil yakıtların yakılması, ormansızlaşma ve sanayileşme, atmosfere salınan sera gazlarının miktarını önemli ölçüde artırmıştır. Bu artış, doğal sera etkisinin artmasına ve küresel ısınmaya yol açmaktadır. Dolayısıyla, insan faaliyetlerinin biyolojik kısmı doğal sera etkisini dengelemek için işlev görürken, biyolojik olmayan faaliyetler bu dengeyi bozmaktadır. Bu durum, küresel ısınma ve iklim değişikliğini doğurmaktadır (Kaynak,

Çevre ve İklim Derneği, 2023:7). Tablo 3’de yukarıda bahsedilen üç temel ışımsal zorlama föktörü, örnek süreçleri ve ısı dengesine olan etkilerinin yönü gösterilmektedir. Tablo 4’te ise atmosferde sera gazı salımına neden olan insan etkinlikleri özet halinde gösterilmektedir. IPCC raporları, tüm ışımsal zorlama faktörleri göz önünde bulundurulduğunda toplam ışımsal zorlamanın pozitif olarak değerlendirildiğini belirtmektedir(IPCC, 2023:180).

| <b>Atmosferdeki Sera Gazı Miktarının Değişmesine Neden Olan Temel Faktörler</b> | <b>Bu Faktörleri Ortaya Çıkaran Temel Etkenler</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Doğal Sera Gazlarının Salımlarındaki Artışlar                                   | Barınma, ulaşım ve elektrik üretimi gibi alanlarda kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların kullanılması, milyonlarca yıl boyunca yerin altında depolanmış karbon moleküllerinin atmosferdeki O <sub>2</sub> ile tepkimeye girerek doğal sera gazları oluşturmaya ve atmosfere salınmasına yol açmaktadır.<br>Tarım ve atık yönetimi gibi sektörlerde gerçekleştirilen faaliyetler, dolaylı ya da doğrudan yeni doğal sera gazlarının meydana gelmesine neden olmaktadır. |
| Endüstriyel Sera Gazlarının Salımlarındaki Artışlar                             | 20. yüzyılda üretilen sanayi ürünlerinin imalatı veya kullanımı sırasında, doğal sera gazlarına kıyasla çok daha yüksek ışımsal zorlama etkisine sahip sera gazlarının atmosfere yayılması.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sera Gazı Yutak Alanlarının Azalması                                            | Tarım, konut, sanayi ve enerji gibi amaçlarla ormanlık alanların dönüştürülmesi veya tahrip edilmesi sonucu, sera gazlarını emen yutak alanların azalması.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

**Tablo 4:** Atmosferdeki Sera Gazlarının Birikimini Arttıran İnsan Etkinlikleri

**Kaynak:** Bölgesel Çevre Merkezi (2015:6)

## 1.7. Küresel Isınma

Yukarıda bahsedildiği üzere, sera etkisi milyonlarca yıldır atmosferimizde var olan ve gezegenimizi yaşanılabilir sıcaklıkta tutan yararlı bir etkidir. Ancak, insan faaliyetleri sonucunda gezegene gelen ve uzaya kaçan ışımsal arasındaki fark olarak tanımlanan ışımsal zorlamanın pozitif yöndeki katkısı ile doğal sera etkisi hız kazanmaktadır. “Güçlendirilmiş sera etkisi” olarak adlandırılan bu süreç ile gezegenimizin sıcaklığı artmaktadır. Bu noktada, “küresel ısınma” kavramı akıllara gelmektedir. Küresel ısınma, pozitif ışımsal zorlamaya bağlı olarak dünyanın sıcaklığındaki güncel artışı tanımlamak için kullanılan bir kavramdır. Küresel ısınma, insan faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan sera gazlarının, güneş ışınlarının bir kısmını tutarak dünya yüzeyinin ısınmasına neden olması olarak tanımlanabilir(www.mgm.gov.tr E.T. 23/03/2024). Burada doğal sera etkisinin, insan faaliyetleri sonucunda artan sera gazlarının atmosferde birikmesi



nedeniyle güçlenerek ısınmanın artmasına yol açması söz konusudur. Bu süreçte güçlendirilmiş sera etkisi dendiğini belirtmiştik. İşte bu durum, ortalama küresel sıcakların artmasına neden olarak küresel ısınma olarak adlandırılan sürecin yaşanmasına neden olmaktadır.

Küresel ısınma ve iklim değişikliği farklı fakat ilişkili olgulardır. Küresel ısınma, tek başına bir olgu değil daha büyük bir değişimin, yani iklim değişikliğinin bir parçasıdır. Küresel ısınma, dünyanın ortalama sıcaklığındaki artışı ifade etmektedir. İklim değişikliği ise küresel ısınmanın tetiklediği, daha geniş kapsamlı bir değişimler bütünüdür. Bu değişimler arasında; deniz seviyesinin yükselmesi, buzulların erimesi, yağış rejimlerinde değişiklikler, aşırı hava olaylarının sıklaşması (seller, sıcaklık dalgaları vb.), mevsim değişiklikleri, mahsul verimlerinde değişiklikler yer almaktadır. Özetle, küresel ısınma, iklim değişikliğinin bir nedenidir ve dünyanın ortalama sıcaklığındaki artışı ifade eder. İklim değişikliği ise küresel ısınmanın tetiklediği, daha geniş kapsamlı bir değişimler bütünüdür. Bu değişimler, tüm dünyayı ve canlıları etkilemektedir(<https://iklim.gov.tr> E.T. 23/03/2024).

### **1.8. İklim Duyarlılığı**

Doğal veya insan kaynaklı etkenler, küresel iklimimizi nasıl etkileyecek? Bu sorunun cevabı, iklim duyarlılığı kavramında saklıdır. İklim duyarlılığı, belirli bir zorlama karşısında küresel ortalama sıcaklıkta meydana gelecek yükselişi ifade eder. Bu zorlamalar, CO<sub>2</sub> gibi sera gazlarının artması veya güneş ışınımında meydana gelen değişiklikler olabilir. Genel bir iklim duyarlılığı faktörü, atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyesinin iki katına çıkarılması halinde küresel sıcaklıkta meydana gelecek değişimin bir tahminidir. Dolayısıyla, iklim duyarlılığını hesaplamak, gelecekteki iklim değişikliğini tahmin etmek için kritik öneme sahiptir (Gautier, 2014:304). İsveçli kimyager Svante Arrhenius 1895 yılında atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyesinin Dünya'nın sıcaklığını nasıl etkilediğini araştırmıştır. Hesaplamaları, CO<sub>2</sub> seviyelerinin iki katına çıkarılmasının küresel sıcaklıkları yaklaşık 5 °C yükselteceğini göstermiştir. İlginçtir ki, bu tahminler günümüzde karmaşık yöntemlerle yapılan tahminlerle örtüşmektedir. Ancak o dönemde Arrhenius, ısınmayı tarımsal bolluk ve soğuk bölgelerde daha elverişli iklimler sağlayacak bir lütuf olarak düşünmüşken günümüzde bu durum bir felaket olarak nitelendirmektedir(<https://tarihdergi.com> E.T. 29/03/2024).

Çeşitli gözlemler, iklim duyarlılığı değerinin yaklaşık 2 ile 4,5 °C olası aralığı ile yaklaşık 3 °C civarında olduğunu göstermektedir (Knutti ve Hegerl, 2008:735). Rahmstorf ve Schellnhuber (2020)'e göre iklim duyarlılık değerini  $3\pm1^{\circ}\text{C}$  olarak vermek yakın zamana kadar elde edilen bilgilerin gerçekçi bir özetidir (Rahmstorf ve Schellnhuber, 2020:49). IPCC AR5 raporundaki senaryolara göre denge iklim duyarlılığı muhtemelen 1,5°C ila 4,5°C aralığındadır, 1°C'nin altında olma ihtimali son derece düşüktür. 6°C'nin üzerinde olma ihtimali ise çok düşüktür(IPCC, 2014a).

### **1.9. Hedefteki Sera Gazı: Karbondioksit (CO<sub>2</sub>)**

Küresel ısınma potansiyeli (GWP) açısından kıyaslandığında, CO<sub>2</sub>'nin diğer sera gazlarına göre daha masum görüldüğünü yukarıda belirtmiştik. Ancak diğer sera gazlarına göre kimyasal olarak daha kararlı bir yapıda olması, atmosferdeki yaşam süresinin oldukça uzun olması ve fosil yakıtların yakılması durumunda ortaya çıkan başlıca sera gazının CO<sub>2</sub> olması, küresel iklim değişikliğinin başlıca sorumlusunun da bu gaz olduğu yönündeki önemli kanıtlardır. Gerçekten de, gezegenimizin jeolojik tarihi boyunca yaşanan iklim değişikliklerinin ana kontrol düğmesi atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyesidir(Can, 2023:118). Küresel sıcaklık ile atmosferde bulunan CO<sub>2</sub> miktarı arasında çok yakın bir ilişki söz konusudur(Tan, 2014:9). Peki, CO<sub>2</sub> iklim değişikliğinin ne kadarından sorumludur? Bu sorunun cevabını kesin olarak belirlemek oldukça güçtür. Bunun sebebi sera gazları ve küresel ısınmaya katkıda bulunan diğer faktörlerin karmaşık bir şekilde etkileşime girerek küresel ısınmaya neden olmasıdır. Fakat mevcut bilimsel bulgular CO<sub>2</sub>'nin küresel ısınmanın en önemli itici gücü olduğunu göstermektedir. Sinn (2016: 27) yapılan hesaplamalara göre CO<sub>2</sub>'nin 100 yıllık sera gazı etkisinin %61 olarak hesaplandığını belirtmiştir. Stern (2006), 2000 yılı salımlarının CO<sub>2</sub> eşdeğeri olarak yüzdesine göre CO<sub>2</sub>'nin toplam sera etkisinin %77'sinden sorumlu olduğunu belirtmektedir (Stern, 2006:198). IPCC'nin 2014 yılında yayımlanan 5. Değerlendirme Raporuna (AR5) göre fosil yakıt yanması ve endüstriyel süreçlerden kaynaklanan CO<sub>2</sub> salımları, 1970 ile 2010 yılları arasındaki toplam sera gazı salımlarındaki artışın yaklaşık %78'ine katkıda bulunmuştur ve benzer bir katkı yüzdesi 2000 ile 2010 yılları arasında gerçekleşen artış için de geçerlidir(IPCC, 2014b). IPCC AR6'ya göre 1850 yılından beri artan sera gazı salımlarının üçte ikisini fosil yakıtlardan ve sanayiden kaynaklanan CO<sub>2</sub> salımları oluşturmaktadır(IPCC, 2023:43). Bu rakamda arazi kullanımından, arazi

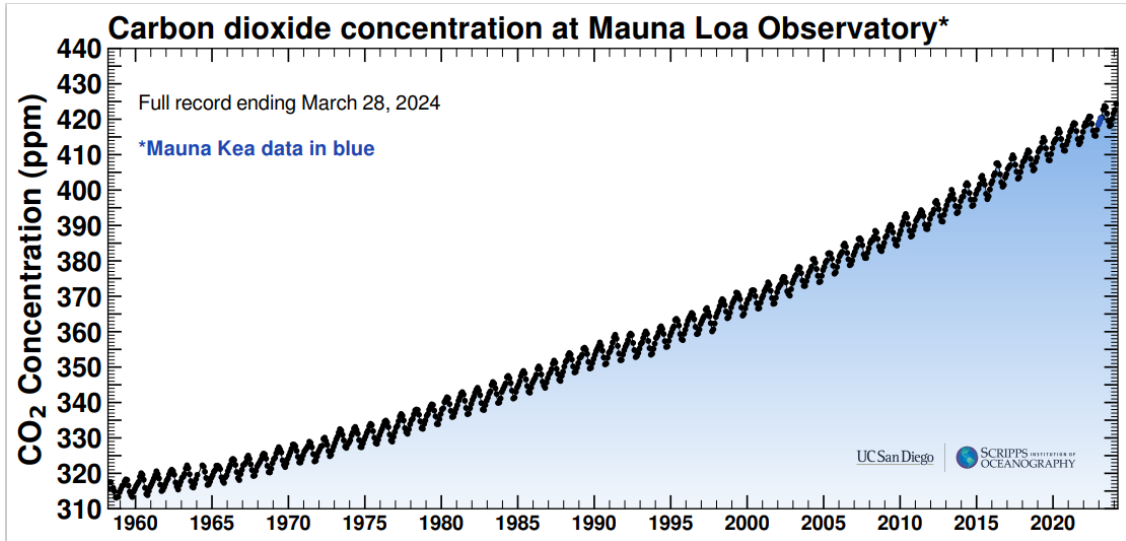
değişikliğinden ve ormancılıktan kaynaklanan CO<sub>2</sub> salımlarının bulunmadığını belirtmek gerekir.

Sera gazlarının, ışımsal zorlama adı verilen bir etkiyle iklimi etkilediklerini daha önce belirtmiştik. Bu etki, metrekare başına Watt biriminde ölçülmektedir. Bu ise, ışımsal düzeninin belli bir gazın etkisiyle ne kadar etkilendiğini göstermektedir. IPCC (2007)'ye göre insan kaynaklı sera gazlarının ışımsal düzeni üzerinde yarattığı bozukluk yaklaşık 3,0 Watt/m<sup>2</sup> olarak tahmin edilmektedir. Bunun %65'i CO<sub>2</sub>'den, %35'i ise diğer gazlardan kaynaklanmaktadır (Rahmstorf ve Schellnhuber, 2020:39).

90 ülkeden 300'den fazla katılımcının, 1000'den fazla kaynaktan yararlanarak hazırladıkları "Karbon Almanağı", iklimin karbona olan duyarlılığını çarpıcı bir şekilde ifade etmektedir. 10.000 noktacı bulunan bir görselin bir nefes havayı temsil ettiğini varsaydığımızda bu 10.000 noktacığın sadece 3 tanesi karbonu temsil etmektedir. Geriye kalan noktacıları; oksijen, nitrojen, argon ve az miktarda diğer elementler oluşturmaktadır. 1958 yılında düzenli karbon ölçümleri başladığında karbon seviyesi 10.000 nokta içerisinde 3 noktanın biraz üzerinde iken, günümüzde bu rakam 10.000 nokta içerisinde 4 noktacığın üzerindedir. Eğer bu rakam 5 noktacığa ulaşırsa günümüz dünyasının iklimi tamamıyla değişecektir. İşte bu bir nefes havayı temsil eden 10.000 noktacıktan bir tanesi her şeyi değiştirmektedir (Karbon Almanağı, 2023:55). Bu durum, iklimin CO<sub>2</sub>'ye olan aşırı duyarlılığını çarpıcı bir şekilde ifade etmektedir. Karbon evrende ve Dünya'da yaygın şekilde bulunur ve bildiğimiz tüm yaşamın temelini oluşturur. Karbon, aralarında hayvan ve bitkilerin büyümesi, ölmesi ve ayrışması gibi çok sayıda doğal süreç sonucunda bir döngü halinde yer değiştirmektedir (Hook, 2015:110). Doğada, atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyesini dengede tutan iki temel güç vardır: CO<sub>2</sub> kaynakları ve CO<sub>2</sub> yutakları. CO<sub>2</sub> kaynakları, organik maddelerin çürümesi, canlıların solunumu, volkanik patlamalar ve orman yangınları gibi doğal süreçler yoluyla atmosfere CO<sub>2</sub> salımı gerçekleştirir. CO<sub>2</sub> yutakları ise ormanlar, okyanuslar ve toprak gibi CO<sub>2</sub>'yi emerek atmosferden uzaklaştıran unsurlardır. Milyonlarca yıl boyunca bu iki güç, bir denge sağlayarak atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyesini milyonda 300 partikül civarında ya da altında tutmuştur (10.000 noktada 3 nokta). Ancak bu doğal denge insan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan CO<sub>2</sub> ile bozulmuştur (Karbon Almanağı, 2023:57).

Atmosferdeki CO<sub>2</sub> artışının sembolik göstergesi olan Keeling Eğrisi, 1958 yılından beri Hawaii'deki Mauna Loa Gözlemevi'nde yapılan ölçümlere dayanan ve CO<sub>2</sub>'nin

atmosferdeki birikimini temsil eden bir eğridir. Adını Charles David Keeling'den alan Keeling Eğrisi, milyonda parça (ppm) olarak ölçülen ve var olan en uzun ve sürekli atmosferik CO<sub>2</sub> kaydından türetilmektedir. Bir yandan biyosferin yıllık ritimde nefes alış verişini olarak da düşünülen CO<sub>2</sub> birikiminin mevsime bağlı dalgalanmalarını gösterirken diğer yandan sürekli bir artış eğilimini sergilemektedir(Rahmstorf ve Schellnhuber, 2020:37). Keeling Eğrisi, zaman içindeki küresel atmosferik CO<sub>2</sub> ölçümlerinin ikonik kayıdır. Atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonları artmaya devam ettikçe Keeling Eğrisi, insan faaliyetlerinin gezegenimizin iklimi üzerindeki etkisinin bir sembolü haline gelmiştir. Keeling Eğrisi, 20. yüzyılda alınan en önemli çevresel veri seti olarak kabul edilmektedir(www.keelingcurve.org E.T. 29/03/2024). Şekil 3 orijinal Keeling Eğrisini göstermektedir. Şekilde görüldüğü üzere eğrideki küçük dalgalanmalar CO<sub>2</sub> birikiminin mevsime bağlı dalgalanmalarını gösterirken yıllar itibariyle sürekli bir artış eğilimi de dikkatleri çekmektedir. Bilim insanları ABD Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi (NOAA)'ya ait Mauna Loa Atmosferik Temel Gözlemevi'nde ölçülen CO<sub>2</sub> seviyesinin 2023 Mayıs ayında milyonda 424 parça (ppm) ile en yüksek seviyeye ulaştığını açıklamıştır(www.noaa.gov E.T. 29/03/2024). Benzer şekilde Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi (NASA) yaptığı açıklamada 2023 yılının 1880 yılından bu yana Dünya'nın en sıcak yılı olduğunu ve art arda geçen son 10 yılın kayıtlara geçen en sıcak 10 yıl olduğunu açıklamıştır (www.nasa.gov E.T. 29/03/2024).



Şekil 3: Keeling Eğrisi

Kaynak: www.keelingcurve.org E.T. 29/03/2024

Keeling'in sürdürdüğü ölçümler sonucunda elde ettiği bulgular birkaç yıl içinde dikkatleri çekerek durumun ciddiyeti konusunda endişelere neden olmuştur. Çünkü doğada hayvan, bitki ve böcek sayıları belirli sınırlar arasında artıp azalmaktadır. Örneğin, bir kuraklık durumunda bitki sayısı azalacağından CO<sub>2</sub> atmosferden daha az çekilir ve havadaki CO<sub>2</sub> miktarı artabilir. Fakat zaman geçtikçe alınan veriler yıllık artışların doğal nedenlerden kaynaklanmadığını ortaya koymuştur. Böylece, küresel ısınma bilimsel gündemin ön sıralarında yerini almıştır. Bunun üzerine, ABD'nin en saygın bilimsel kurumlarından olan Bilimler Akademisinin yayınladığı bir raporda, ısınmanın başladığına dair önemli göstergelerin bulunduğu ve önlem alınması gerektiği oybirliği ile vurgulanmıştır (Tont, 2016:94-96).

### **1.10. İklim Değişikliğinin Nedenleri**

Kadioğlu (2019), insan etkisi dışındaki doğal iklim değişikliği nedenlerinin kıtasal sürüklenmeler, volkanik etkiler, güneş enerjisindeki dalgalanmalar ve dünya yörüngesindeki değişimler olduğunu belirtmektedir.

İklim değişikliğinin bir diğer nedeni insan etkisidir. Tablo 4'de belirtilen insan faaliyetleri atmosferdeki sera gazı birikimini artırarak küresel ısınmaya neden olmaktadır. Küresel ısınma ise içerisinde bulunduğumuz iklim değişikliğinin yaşanmasına yol açmaktadır. Mevcut kanıtlar, güncel küresel ısınmanın Güneş ışınlamıyla açıklanamadığını göstermektedir. Modern medeniyetin dayandığı sanayi faaliyetleri, 1750'den bu yana atmosferdeki CO<sub>2</sub> seviyelerini neredeyse %50 oranında artırmıştır. Bilim insanlarının atmosferde ayırt edici bir "izotopik parmak izi" görebilmeleri, bu artışın insan kaynaklı olduğunun kanıtı şeklinde yorumlanmaktadır(<https://science.nasa.gov> E.T. 23/03/2024.). IPCC raporları, sanayi devrimi boyunca atmosferdeki CO<sub>2</sub>, metan ve nitroz oksit artışının insan faaliyetlerinin sonucu olduğu ve insan etkinliğinin atmosfer, okyanus, buzul tabakaları ve biyosfer genelinde gözlenen birçok değişikliğin temel itici gücü olduğu sonucuna varmıştır. İklim modelleri, ancak insan faaliyetlerinin etkilerini içermesi durumunda gözlemlenen ısınmayı açıklayabilmektedir(IPCC, 2023: 515). Kaldı ki, 1990'lardan bu yana, insan faktörlerinin daha iyi gözlemlenmesi ve iyileştirilmiş tarihi kayıtların kullanılması, iklim sistemine insan etkisinin daha kesin tahminlerine yol açmıştır. 1990'daki çoğu iklim modeli atmosfere odaklanırken, bugünkü dünya sistemi simülasyonları, okyanuslar, buz, kar, bitki örtüsü ve birçok diğer değişkenin ayrıntılı

modellerini içerir. Bu modellerin en önemli özelliği iklim hakkındaki kayıtlı verilere dayanarak dünya'nın iklimini simüle etme yetenekleridir. Bu gelişmiş iklim modeli simülasyonları, insan etkisi olmadan gözlemlenen ısınmanın gerçekleşmeyeceğini göstermektedir (IPCC, 2023:244). Günümüzde yaşanmakta olan iklim değişikliğine insan faaliyetlerinin neden olduğuna dair (insan etkisine dair) elde edilen bulgular Tablo 5'de özet halinde sunulmuştur.



|                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dünya'nın Soğuyan Üst Atmosferi                                  | Eğer küresel ısınmanın sebebi Güneş olsaydı, üst atmosfer de ısınacaktı. Güneş, enerjisini tüm yönleri yaydığı için ısınmanın stratosferden de ölçülmesi beklenirdi. Ancak, üst atmosferin soğuduğu gözlemlenmiştir. Bu, ısının alt atmosferde tutulduğuna ve ısınmanın kaynağının Güneş olmadığına işaret etmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Yükselen Tropopoz                                                | Troposfer ısındıkça hava genişler ve tropopoz adı verilen en üst sınırı yükselir. Bilim insanları, tropopozun yükseldiğini tespit etmiştir. Yükselen tropopoz, ısınan troposferin sonucudur. Bu gözlem, ısının alt atmosferde tutulduğunu ve Güneş'ten kaynaklanmadığını destekler.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Uzaya Kaçan Isı Miktarının Azalması                              | Uydularla yapılan ölçümlere göre CO <sub>2</sub> 'nin ısıyı absorbe ettiği belirli dalga boylarında uzaya daha az ısı kaçtığı ölçülmektedir. Bu, "sera gazı etkisindeki önemli artış için doğrudan deneysel kanıt" olarak değerlendirilmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Gecelerin Gündüzlerden Daha Hızlı Isınması                       | Eğer artan sera etkisi küresel ısınmaya sebep oluyorsa, ısınmada belirli bir desen görmeyi bekleriz. Örneğin, gezegen geceleri gündüzlerden daha hızlı ısınmalıdır. Bu durum gerçekten de gözlemlenmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Kışların Yazlardan Daha Hızlı Isınması                           | Hem Kuzey hem de Güney yarımküre verileri, karadaki ve denizdeki kayıtlar ile uydu ölçümleri, kışların yazlardan daha hızlı ısındığını göstermektedir. Bu da ısının Güneş'ten ziyade, sera gazı etkisiyle alt atmosferde tutulduğuna işaret etmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Mercanlarda ve Atmosferde Daha Fazla Fosil Yakıt Kaynaklı Karbon | En yaygın karbon izotopu, atmosferdeki CO <sub>2</sub> 'nin yaklaşık %99'unda bulunan karbon-12'dir ( <sup>12</sup> C). Biraz daha ağır olan karbon-13 ( <sup>13</sup> C) ise geri kalan kısmın çoğunu oluşturmaktadır. Bitkiler, karbon-12'yi karbon-13'e tercih etmektedirler. Bu, bitkilerde karbon-13/karbon-12 oranının atmosferdekinden daha düşük olduğu anlamına gelmektedir. Fosil yakıtlar ise köken olarak bitkilerden geldiği için fosil yakıtları yaktığımızda atmosfere daha fazla <sup>12</sup> C salınır. Eğer fosil yakıt yakımı atmosfere salınan CO <sub>2</sub> seviyesindeki artıştan sorumluysa, karbon-13/karbon-12 oranında bir azalma görmeyi beklemeliyiz. Bu orandaki azalma tam olarak kaydedilen durumu yansıtmaktadır. Bu, küresel ısınmanın ana kaynağının fosil yakıtlar olduğunu desteklemektedir. |
| Küçülen Üst Atmosfer                                             | Uydularla yapılan ölçümler, termosfer ve iyonosferin küçüldüğünü göstermektedir. Sera gazı etkisine bağlı olarak iyonosferin soğuması ve büzülmesi beklenmektedir. Bu durum uydular tarafından gözlemlenmiştir. Bu, ısının Güneş'ten kaynaklanmadığını ve alt atmosferde tutulduğunu destekleyen başka bir kanıttır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Atmosferde Gözlenen Daha Az Oksijen                              | Fosil yakıtların yakılması havadaki oksijeni alıp CO <sub>2</sub> oluşturduğu için atmosferdeki oksijen seviyeleri yükselen CO <sub>2</sub> miktarı ile paralel olarak azalmaktadır. Bu durum da gözlemlenmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Dünya'ya Dönen Daha Fazla Isı                                    | Uzaya daha az ısı kaçmakta ve bu ısı yeryüzüne yansıtılmaktadır. Yüzey ölçümleri bunu doğrulamakta olup, aşağı doğru yansıyan daha fazla kızılötesi radyasyon tespit edilmektedir. Aşağıya yansıyan radyasyona yakından bakıldığında, CO <sub>2</sub> dalga boylarında daha fazla ısının geri döndüğü görülmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Okyanusların Isınma Modeli                                       | Okyanusların ısı içeriği önemli ölçüde artmıştır. Hatta bu dönemde Dünya sisteminin toplam ısınmasının yaklaşık %93'ü okyanusların ısınması olarak gerçekleşmiştir. Bunun ise insan kaynaklı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, gözlemsel örnekleme ve model farklılıklarına karşı dayanıklıdır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

**Tablo 5: Küresel Isınmada İnsan Etkisini Gösteren Kanıtlar**

**Kaynak:** Farmer ve Cook, (2013)'den yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

### 1.11. IPCC Raporları İklim Değişikliğinde İnsan Etkisi Hakkında Neler Söylüyor?

Hulme (2016:90), Uluslararası araştırma topluluğu için iklim değişikliğinin kalkışa geçtiği yıl olarak 1988 yılını işaret etmektedir. 1988 yılının iklim değişikliği çalışmalarındaki belki de en önemli özelliği Hükümetlerarası İklim Değişikliği Panelinin (Intergovernmental Panel On Climate Change-IPCC) bu yılda kurulmuş olmasıdır. Mulgan (2021:105), IPCC'yi "binlerce bilim insanını harekete geçiren olağanüstü bir akıl topluluğu" olarak nitelendirmektedir. Weart (2008:38) ise, hükümetlerin bilimsel temsilcilerinin oybirliği olmadan açıklama yapamayan bir yapı olarak kurulan IPCC'nin oldukça muhafazakar bir yaklaşım benimsemesine rağmen, küresel ısınma hakkında bilimsel bir mutabakat sağlayabildiğini belirtmektedir. 1988 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı (UNEP) tarafından kurulan IPCC, hükümetlere iklim politikaları geliştirmek için kullanabilecekleri bilimsel bilgiler sağlamaktadır. IPCC'nin resmi web sitesinde yer alan bilgilere göre şu anda 195 üyesi olan IPCC'nin hazırladığı raporlar aynı zamanda uluslararası iklim değişikliği müzakerelerine de önemli girdiler sağlamaktadır. IPCC'nin çalışmalarına dünya genelinden binlerce insan katkıda bulunmaktadır. Her yıl yayımlanan binlerce bilimsel makaleyi gönüllü olarak değerlendiren uzmanlar, iklim değişikliğinin nedenleri, etkileri, gelecekteki riskleri, uyum ve azaltıcı önlemler hakkında bilinenleri kapsamlı bir şekilde özetlemektedir. Ayrıca, IPCC süreci için dünya çapında uzmanlar ve hükümetler tarafından yapılan açık ve şeffaf bir inceleme, objektif ve eksiksiz bir değerlendirme sağlamaktadır. Bu değerlendirmeler, farklı alanlardaki bilimsel mutabakatın gücünü belirleyerek daha fazla araştırmanın gerektiği alanları göstermektedir([www.ipcc.ch/about](http://www.ipcc.ch/about) E.T. 01/04/2024).

IPCC'nin kurulmasından bu yana her bir Değerlendirme Raporu, uluslararası iklim politikalarına doğrudan katkı sağlamıştır. 1990 yılında yayımlanan İlk IPCC Değerlendirme Raporu (FAR), iklim değişikliğinin küresel sonuçlarını vurgulamış ve iklim değişikliğini uluslararası işbirliği gerektiren bir zorluk olarak tanımlamıştır. Bu rapor, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin (UNFCCC) oluşturulmasında önemli bir rol oynamıştır. 1995 yılında yayımlanan İkinci Değerlendirme Raporu (SAR), 1997'de Kyoto Protokolü'nün kabul edilmesine yönelik hükümetlerin faydalanabileceği önemli materyaller sağlamıştır. Üçüncü Değerlendirme Raporu (TAR) (2001), iklim değişikliğinin etkilerine ve uyum ihtiyacına odaklanmıştır. Dördüncü Değerlendirme



Raporu (AR4) (2007), 2°C ile sınırlı ısınmaya odaklanarak Kyoto sonrası dönem için temel çalışmayı yapmıştır. 2013 ve 2014 yılları arasında tamamlanan Beşinci Değerlendirme Raporu (AR5), Paris Anlaşması'na bilimsel girdi sağlamıştır. IPCC, altıncı değerlendirme döngüsünü tamamlamış ve üç Özel Rapor, bir Yöntem Raporu ve Altıncı Değerlendirme Raporunu yayımlamıştır. Bu Özel Raporlardan ilki, Paris Anlaşması altında dünya hükümetleri tarafından talep edilen 1.5°C'lik Küresel Isınma (SR15) raporudur. Mayıs 2019'da IPCC, 2006 IPCC Ulusal Sera Gazı Envanterleri Kılavuzları'nın güncellemesi olan 2019 düzenlemesini tamamlamıştır. İklim Değişikliği ve Arazi Özel Raporu Ağustos 2019'da, Deniz ve Kriyosferde Değişen İklim Özel Raporu ise Eylül 2019'da yayımlanmıştır. Altıncı Değerlendirme Raporu (AR6), Mart 2023'te tamamlanmıştır([www.ipcc.ch/about/history](http://www.ipcc.ch/about/history) E.T. 31/03/2024).

Nedenleri arasında doğal süreçler de yer aldığından yaşanan iklim değişikliğinin esas nedeninin insan etkisi mi yoksa doğal süreçler mi olduğu konusu iklim değişikliği tartışmalarının her zaman merkezinde yer almıştır. Sera gazı emisyon hacminin büyük kısmından sorumlu Amerika Birleşik Devletleri'nin (ABD) iklim değişikliğinin bilimsel kesinliğinin olmamasını ileri sürerek Kyoto Protokolünü imzalamaması (Peker ve Demirci, 2008:247), her ne kadar Biden döneminde geri dönmüş olsa da Donald Trump döneminde Paris İklim Anlaşmasından tek taraflı olarak çıkılması, 2023 yılında Birleşik Arap Emirliklerinde düzenlenen COP28 Taraflar Konferansının başkanlığını yapan ve devlet petrol şirketi ADNOC'un da başında bulunan Dr. Al Jabar'ın küresel ısınmayı 1.5°C ile sınırlandırmak için fosil yakıtlardan çıkmak gerektiği argümanının bilimsel temelden yoksun olduğu yönündeki açıklamaları([www.theguardian.com](http://www.theguardian.com) E.T. 01/04/2024), tüm uluslararası iklim anlaşmalarına rağmen kamuoyu nezdinde iklim değişikliğinde insan etkisinin hala tartışmalı bir konu olduğu izlenimine neden olmaktadır.

İnsanoğlunun iklim değişikliği üzerindeki etkisini anlamaya yönelik en önemli adımlardan birisi olan Keeling'in ölçümleri ve 1970'li yıllardaki bilgisayar destekli modelleme çalışmalarının ortaya koyduğu bulgulara rağmen birçok meteorolog doğanın dengesine inanmaktaydı. Birleşik Krallık Meteoroloji Ofisi Genel Müdürü B. J. Mason (1977)'in, "İklim sistemi o kadar sağlam ki...insanlığın etkisi, ciddi bir bozulmaya yol açacak kadar büyük olmadan önce daha uzun bir yol kat etmesi gerekecek" (Weart,2011:43) ifadesi bu durumu açık bir biçimde ortaya koymaktadır. Ancak zamanla ortaya çıkan yeni kanıtlar ve bilgisayar modellerinin de desteği ile gerçekleştirilen

öngörüler ile birlikte iklim değışikliğı hakkındaki uluslararası çalışmaların IPCC gibi uzman bir kuruluşun çatısı altında birleştirilerek yapılan sistematik değerdendirmeler sonucunda ortaya çıkan küresel bilgi birikimi, iklim değışikliğinde insan faaliyetlerinin etkisini bilimsel kesinlikle ortaya koymuştur.

İklim değışikliğinde insan etkisinin kesinliğıne dair bilimsel görüşün ne şekilde değıştiğini, 1990 yılında yayımlanan ilk IPCC Değerlendirme Raporundan bu yana yayımlanan değerlendirme raporları üzerinden takip etmek mümkündür. 1990 yılında yayımlanan Birinci Değerlendirme Raporunda (FAR), geçen yüzyıl boyunca gözlemlenen ısınmanın iklimin doğal değışkenliğı ile de açıklanabilecek boyutta olması nedeniyle insan kaynaklı bir etkinin tartışmasız bir biçimde gözlemleyebilmek için en az on yıla yakın bir sürenin geçmesi gerektiğı belirtilmiştir. 1995 yılında yayımlanan İkinci Değerlendirme Raporunda (SAR), bilim insanlarının yaşanan ısınmanın doğal yollarla oluşmasını pek mümkün görmedikleri ancak ısınmanın insan etkisiyle olduğunu belirtecek kadar kesin konuşmaktan da çekindikleri anlaşılmaktadır. 2001 yılında yayımlanan Üçüncü Değerlendirme Raporuna (TAR) göre iklim değışikliğinde insan etkisine dair yeni ve kuvvetli kanıtların elde edildiğı belirtilmiştir. Ancak burada da tam bir bilimsel görüşün oluşmadığı anlaşılmaktadır. 2007 yılında yayımlanan Dördüncü Değerlendirme Raporunda (AR4), 20. yüzyılın ortasından beri küresel ortalama sıcaklıklarda gözlemlenen artışın çoğunun, çok büyük ihtimalle (%90 ihtimalle) insan kaynaklı sera gazlarının artmasına neden olan insan faaliyetlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. 2014 yılında yayımlanan Beşinci Değerlendirme Raporunda (AR5), 20. Yüzyıl ortasından beri gözlemlenen ısınmanın ana nedeninin insan kaynaklı olmasının son derece mümkün (%95 ihtimalle) olduğu belirtilmiştir (Kurnaz, 2019:214-218). IPCC'nin 6. Değerlendirme Raporu (AR6), insan etkisinin atmosferi, okyanusu ve toprağı ısıttığının kesin olduğunu belirterek sistematik bilimsel değerdendirmelerin başladığı 1970'li yıllardan beri, insan faaliyetlerinin iklim sisteminin ısınması üzerindeki etkisinin teoriden yerleşik bir gerçeğe dönüştüğünü ifade etmektedir (IPCC, 2021). Böylece, iklim değışikliğinde insan etkisinin kesinliğıne dair bilimsel görüşün oluştuğunu söylemek mümkündür.

## 1.12. Genel Değerlendirme

Sanayileşme ile birlikte artan çevre sorunları 1950’li yıllardan sonra küresel bir hal almıştır. Küresel çevre sorunlarının başında ise iklim değişikliği gelmektedir. İklim değişikliği, insan ve doğal sistemler üzerinde yıkıcı bir etkiye sahiptir. Acil ve kapsamlı adımlar atılmadıkça bu etkilerin daha da şiddetlenerek geri döndürülemez hale geleceği tahmin edilmektedir.

İklim değişikliğinin keşfinden bu yana yaşanan bilimsel gelişmeler 1988 yılında IPCC’nin kurulmasıyla beraber belirli periyotlarla dünyanın dört bir tarafından uzmanlarca değerlendirilerek bir araya getirilmekte ve elde edilen bulgular ve gözlemler dünya liderleri ve kamuoyuyla paylaşılmaktadır. Bu kapsamda, IPCC’nin her bir değerlendirme raporu dünya ikliminde yaşanan değişiklikleri tüm açıklığıyla ortaya koymuş ve küresel iklim politikalarının da merkezinde yerini almıştır. Kurnaz (2019:215), burada çarpıcı bir noktaya değinmektedir; 1990 yılında ilk kez yayımlanan IPCC 1. Değerlendirme Raporu son yüzyılda görülen ısınmanın doğal değişkenlikten mi yoksa insan kaynaklı sera gazlarından mı kaynaklandığı konusunda net bir karara varamamıştı. Aslında bu rapor iklim biliminin o dönemki durumunu da yansıtıyordu. Raporda, belirsizliklerin ve eksikliklerin olduğu belirtilerek daha kesin sonuçlara ulaşmak için daha fazla araştırma yapılması gerektiği vurgulanıyordu. Ancak politikacılar, 1992’de Rio’daki Dünya Zirvesi’nde aldıkları radikal kararlar, bilimin kesin olmamasına rağmen çevresel risklerin önlenmesi için önlemler alınması gerektiğini kabul etmişlerdir. Kısacası politikacılar, bilim insanlarının daha kesin konuşmasını beklemek yerine, belirsizliklere rağmen harekete geçmeye karar vermişlerdir. Ancak zamanla, bilim insanlarının bulguları kesinleştikçe, politikacılar “daha emin olmanızı beklememiz gerekiyor” şeklinde bir tavır sergilemişlerdir.

Süreç içerisinde kesinleşen iklim değişikliği hakkındaki bilgi birikimine karşılık politikacıların eylemsizliği, yaşanmakta olan iklim değişikliği kaynaklı küresel problemlerin daha da ağırlaşmasına ve giderek içinden çıkılmaz hale gelmesine neden olmaktadır. Günümüzde, insan faaliyetleri neticesinde yaşanan ısınmanın dünya iklimini değiştirdiği konusunda bir bilimsel mutabakat sağlanmış görünmektedir. Sanayileşme ile birlikte başlayan ve yaygınlaşan fosil yakıt kullanımı, yeryüzünün yutak alanlarının dengeleyebileceğinden fazla CO<sub>2</sub>’yi atmosfere bırakarak milyonlarca yıldır var olan ve dünyamızı yaşanabilir sıcaklık aralığında tutan doğal sera etkisini güçlendirmiştir.

Güçlendirilmiş sera etkisi daha fazla ısının atmosferde tutulmasını sağlayarak küresel ısınmaya neden olmuştur. Bu kapsamda iklim değişikliği; küresel ısınmanın tetiklediği, deniz seviyesinin yükselmesi, buzulların erimesi, yağış rejimlerinde değişiklikler, aşırı hava olaylarının sıklaşması, mevsim değişiklikleri, mahsul verimlerinde değişiklikler gibi daha geniş kapsamlı değişimler bütünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu değişimler, tüm dünyayı ve canlıları etkilemektedir. Küresel ısınma sayesinde dünyanın bazı bölgelerinde, örneğin Kanada gibi bazı soğuk enlemlerdeki ülkelerin tarım koşullarında bir iyileşme söz konusu olabileceken birçok subtropikal ve zaten kurak olan bölgelerde (çoğunlukla yoksul ülkeler) daha ciddi zorluklar yaşanabilecektir(Rahmstorf ve Schellnhuber, 2020:84).

|                                                                                                       |                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1. Elektrik santrallerinde kömür kullanımına son vermek                                               | 6. Toplu taşımayı, bisiklet kullanımını ve yürümeyi yaygınlaştırmak         |
| 2. Güneş, rüzgar gibi temiz enerji sistemlerine ve enerji verimliliğine yatırım yapmak                | 7. Hava ve deniz ulaşımını karbonsuzlaştırmak                               |
| 3. Binaları karbonsuzlaştıracak şekilde yenilemek                                                     | 8. Ormanların yok edilmesini durdurmak bozulan ormanları yeniden oluşturmak |
| 4. Çimento, çelik ve plastikler için karbonsuz üretim yöntemlerine geçmek                             | 9. Gıda kaybını ve israfını önlemek Tarımsal uygulamaları geliştirmek       |
| 5. Elektrikli araçları yaygınlaştırmak ve fosil yakıtlarla çalışan araçların kullanımını sonlandırmak | 10. Daha fazla bitkisel besin ve daha az et tüketimi                        |

**Tablo 6:** İklim Değişikliğine Yönelik Anahtar Niteliğindeki 10 Çözüm

**Kaynak:** Bilim Teknik Dergisi (2023:26)

Tablo 6’da iklim değişikliğiyle mücadelede sıklıkla önerilen önlemler gösterilmektedir. Tablodan da anlaşılacağı üzere, özellikle üretim, tüketim ve ulaşım faaliyetlerinin karbonsuzlaştırılması en etkili çözüm olarak görülmektedir. Bunun başlıca yolunun ise fosil yakıtların tüketilmesinin sonlandırılarak yenilenebilir enerji kaynaklarına dayanan bir ekonomik sisteme doğru sağlam adımlar atmak olduğu açıktır.

## 2. BÖLÜM: İKLİM DEĞİŞİKLİĞİYLE MÜCADELEDE ULUSLARASI GİRİŞİMLER VE POLİTİKALAR

Jeolojik çağlar dünya tarihindeki uzun dönemleri belirtmek için kullanılan zaman aralıklarıdır(Leichenko ve O'Brien, 2021:35). Dünya'nın "Antroposen" (insan çağı) olarak adlandırılan yeni bir jeolojik çağa girdiğini ve insan faaliyetlerinin dünya sistemi üzerindeki baskın etkisinin, bu çağın belirleyicisi olduğunu iddia eden Crutzen (Crutzen ve Stoermer; 2000, Crutzen; 2002), Antroposen'in başlangıç tarihi olarak James Watt'ın buhar makinesini icat ettiği tarihi işaret etmişti (Royle, 2020: 32, Steffen vd. 2015:82). 1950'li yıllardan itibaren insan faaliyetlerinin hem ekonomik olarak hem de tüketim ve kaynak kullanımı açısından olağanüstü büyümesini "Büyük Hızlanma" olarak ifade eden Steffen vd. (2015), 1950'li yıllardan itibaren sosyoekonomik eğilimlerin (nüfus, reel GSYİH, DYY, kent nüfusu, birincil enerji kullanımı, gübre kullanımı, büyük barajlar, su kullanımı, kağıt üretimi, ulaştırma, telekomünikasyon, uluslararası turizm) ve dünya sistemi eğilimlerinin (karbondioksit, nitroz oksit, metan, stratosferik ozon, yüzey sıcaklığı, okyanus asitlenmesi, balık avlanması, karides yetiştiriciliği, kıyı bölgesindeki azot, tropik orman kaybı, arazi ıslahı, kara biyosfer bozunumu) hemen hemen tamamında ciddi artışlar gerçekleştiğini belirterek antroposen'in başlangıcı olarak büyük hızlanmanın başlangıcı olan 1950 yılının önemli bir aday olduğunu belirtmiştir.

Gerçekten de, ikinci dünya savaşından sonraki yıllarda yaşanan teknolojik ilerleme, gelişen sanayileşme, ekonomik büyüme ve refah artışı beraberinde ciddi boyutlara ulaşan çevresel sorunları da getirmiştir. Bu yıllarda başlayan ve 1960'lı yıllarda zirveye varan Soğuk Savaş nedeniyle ortaya çıkan nükleer felaket senaryoları, nüfustaki artış, endüstrileşme ve ekonomik büyüme ile birlikte çevre problemleri daha belirgin hale gelmiş, insan faaliyetlerinin neden olduğu iklim değişikliğinin global bir çevre ve güvenlik sorunu olarak uluslararası politik gündemin içerisinde yer bulması ise 1970-1990 yılları arasında gerçekleşmiştir (Doğan vd. 2020:1458).

Engin (2010a:72)'e göre iklim değişikliği ve küresel ısınma hakkında yapılan çalışmalar üç dönemde incelenebilir. 20. yüzyılın ortasına kadar süren ilk dönemde iklim değişikliği problemi, meteorologların ilgilendiği ve varlığı ile sonuçları üzerinde tam bir fikir birliğinin sağlanamadığı bir konu olarak ele alınmıştır. Ancak bu ilk dönemde yapılan çalışmalar, ilkel ölçüm teknikleri ile yapılmalarına rağmen günümüzdekilere oldukça

yakın sonuçlara ulaşmaları bakımından öncü niteliği taşımaktadırlar. 1970'lerden itibaren ise özellikle BM tarafından organize edilen konferanslar ile iktisadi faaliyetlerden kaynaklanan iklim değişikliği sorunu akademik ve politik çevrelerde daha sık tartışılmaya başlanmıştır. Ancak bu dönemde de iklim değişikliği sorunu hakkında bir fikir birliği olduğunu söylemek oldukça güçtür. 1980'li yıllardan sonra ise iklim değişikliği sorunu, nasıl çözülebileceğine dair politikaların üretildiği en önemli uluslararası çevre sorunu olarak ele alınmaya başlanmıştır.

1970'lerin başında iklim değişikliği konusundaki farkındalığın ve küresel ısınma ile ilgili çalışmaların dönüm noktası olarak öne çıkan iki konferanstan birincisi, "Kritik Çevre Sorunları Üzerine Bir Çalışma (Study of Critical Environmental Problems)" isimli çalıştayıdır. 1970 yılında Massachusetts'de gerçekleşen çalıştay sonucunda hazırlanan raporda, sanayi devriminden sonra artan CO<sub>2</sub> seviyesinin uzun dönemde ciddi sonuçlara yol açabileceği vurgulanmıştır. İkinci konferans ise 1971'de İsveç'in Wijk kentinde gerçekleşen "İnsanoğlunun İklim Etkisi Üzerine Bir Çalışma (Study on Man's Impact on Climate)" isimli konferanstır. Bu konferansta, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ve tarımsal-endüstriyel aerosollerin küresel ısınma ve soğuma üzerindeki etkileri tartışılmıştır. Konferans sonucunda bu konuda daha fazla akademik çalışma yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu konferansın en önemli etkisi, konferans sonucunda oluşturulan raporun 1972'de BM tarafından organize edilen Stockholm Konferansı'nın temel metinleri arasında kabul edilmesidir. Stockholm Konferansı, çevre konusunda küresel düzeyde yapılan ilk değerlendirme olarak önem taşır. Bu konferansın sonucunda "bir tek dünyamız var" sloganıyla, dünyanın ortak bir varlık olduğu ve buna eşit hak ve sorumluluklarla yaklaşılması gerektiği kabul edilmiştir. Stockholm Konferansı'nın ardından, Birleşmiş Milletler Çevre Programı (United Nations Environment Programme - UNEP) kurulmuştur. UNEP'in kurulmasıyla birlikte 1970'lerde çevre ile ilgili bir dizi konferans düzenlenmiştir. Böylece, UNEP'in kurulmasıyla birlikte çevre konusu uluslararası kamuoyunda daha fazla tartışılan bir konu haline gelmiştir (Engin, 2010a:74). Stockholm'de gerçekleştirilen Uluslararası İnsan Çevresi Konferansı, çevre sorunlarının sadece bir ülke veya bölgeye özgü olmadığını dolayısıyla uluslararası işbirliği gerektiren bir karaktere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu konferans, çevresel sorunlara küresel çözümler aramak için uluslararası işbirliğinin önemli bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir(Altunok ve Altunok, 2016:46). Ozon tabakasının incilmesi konusu da ilk

kez 1976 yılında UNEP'in Yönetim Konseyi'nde ele alınmıştır. 1981 yılında başlayan Ozon tabakasını incelten maddelerin azaltılmasına yönelik hükümetler arası diyaloglar sonucunda 1985 yılında Ozon Tabakasının Korunması için Viyana Sözleşmesi kabul edilmiştir(<https://iklim.gov.tr/> E.T. 11/05/2024).

Yukarıda belirtilen konferansların her biri çevre konusundaki kapsayıcılığı ve iklim konusundaki özel vurguları ile önem arz etmektedir. Ancak, uluslararası iklim değişikliği çalışmalarının başlangıcı olarak ilki 12-13 Şubat 1979 tarihinde Cenevre'de toplanan iklim konferanslarını göstermek mümkündür(Bozoğlu, 2019:50). 1979 yılında Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO)'nün ön ayak olduğu Birinci Dünya İklim Konferansı'nda tartışılan önemli noktalar, fosil yakıtlara olan uzun süreli bağımlılık ve ormansızlaşmanın devam etmesi durumunda atmosferdeki CO<sub>2</sub> birikiminin büyük ölçüde artabileceği ve eldeki bilgiler doğrultusunda CO<sub>2</sub> birikiminin küresel iklimde önemli ve uzun süreli değişikliklere yol açabileceğinin belirtilmesidir. Ayrıca, insan etkinlikleriyle atmosfere eklenen CO<sub>2</sub>'nin atmosferden uzaklaştırılması yavaş bir süreç olduğu için artan CO<sub>2</sub> birikimi iklimsel sonuçları uzun süre etkileyebilecektir(DPT, 2000:12).

Dikkatleri ilk kez iklim değişikliğine ilişkin siyasal seçenekler geliştirilmesi üzerinde toplayan toplantılar ise 1985 ve 1987 yıllarında Villach'ta ve 1988 yılında Toronto'da düzenlenen toplantılardır. Villach Toplantısı (1985) ve Toronto Konferansı (1988), iklim değişikliği ile ilgili siyasal çözüm seçeneklerinin geliştirilmesine odaklanmıştır. Villach 1985 toplantısı, CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazlarının iklim değişikliği üzerindeki rolünü ve etkilerini değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. 1988 yılındaki Toronto Konferansı ise "Değişen Atmosfer" konusuna odaklanmış ve 2005 yılına kadar küresel CO<sub>2</sub> salımlarında %20 azalma hedefi ile birlikte bir iklim çerçeve sözleşmesinin hazırlanması önerilmiştir(Türkeş, 1995:47).

IPCC'nin kuruluşu ile birlikte İklim değişikliği ile ilgili bilimsel çalışmalar ve bu çalışmaların politik karşılığı daha belirgin olmaya başlamıştır. IPCC, BM bünyesinde faaliyet gösteren iki uzman kuruluş olan WMO ve UNEP tarafından 1988 yılında kurulmuştur. IPCC' nin kuruluşu 1988 yılında BM Genel Kurulu tarafından onaylanmıştır. BM Genel Kurulu'nun 6 Aralık 1988 tarihli ve 43/53 sayılı kararında belirtildiği üzere IPCC'nin ilk görevi, iklim değişikliği biliminin bilgi durumu; iklim değişikliğinin sosyal ve ekonomik etkileri ve potansiyel müdahale stratejileri ve iklimle ilgili gelecekteki olası bir uluslararası sözleşmeye dahil edilecek unsurlarla ilgili kapsamlı

bir inceleme ve tavsiyeler hazırlamaktı. IPCC, kuruluşundan bu yana uluslararası iklim politikalarının oluşturulmasına doğrudan katkıda bulunan Değerlendirme Raporları yayınlamaktadır. 1990 yılında hazırlanan Birinci IPCC Değerlendirme Raporu (FAR) aynı yıl düzenlenen 2. Dünya İklim Konferansı'nda müzakere edilmiştir. Ayrıca, ana teması iklim değişikliği ile sera gazları olan Bakanlar Deklarasyonu 137 ülke tarafından onaylanmıştır. 2. Dünya İklim Konferansı sonunda alınan kararların BMİDÇS'nin hazırlanması açısından tarihsel bir önem arz ettiğini söylemek mümkündür(Gezdim, 2017:25-26).

## **2.1. Montreal Protokolü**

İklim değişikliği rejimi için bir kılavuz oluşturan ve BMİDÇS'nin oluşturulmasında önemli bir rol oynayan Montreal Protokolü, çevre meselelerinde tesis edilmiş en başarılı çok uluslu anlaşma olarak kabul edilmektedir (www.mfa.gov.tr E.T. 11/05/2024).

Joe Farman (1930-2013) ve ekibi, 1985 yılında ultraviyole ışınlarını emen atmosferik kalkan olarak bilinen ozon tabakasında bir delik keşfetmiştir. Onların "Nature" dergisindeki öncü makalesi, sentetik kimyasalların bir yıl içinde Antarktika üzerindeki ozon seviyelerinde %40 oranında düşüşe neden olduğunu bilim insanlarına, halka, politikacılara ve hatta kimya endüstrisine ikna etmede yardımcı olmuştur. Atmosferik ozonun flor ve klor gibi halojen türleri tarafından azaltılabileceği teorisi on yıl önce atmosfer kimyacıları F. Sherwood Rowland ve Mario Molina tarafından öne sürülmüştü. Ancak, teorilerine göre en büyük kayıpların Dünya'nın yüzeyinden 40 km. yukarıda olması gerekiyordu. Farman ve meslektaşları, ozon seviyelerinde hızlı bir azalmı beklenmedik bir yerde ve beklenmedik bir mevsimde ortaya çıkarmışlardır. Ayrıca, NASA'nın uydu verileri, böyle bir ozon azalmasını göstermiyor gibi görünüyordu. J.C. Farman vd. (1985)'nin 1985 yılında Nature dergisinde yayımlanan makalesi, kloroflorokarbonların (CFC'lerin) parçalanma ürünlerinin ozon kaybının nedeni olarak tanımlamıştır. Çalışmanın ortaya koyduğu gerçekler ozon tabakasını korumak ve CFC'ler gibi ozonu azaltan gazları aşamalı olarak ortadan kaldırmak için Montreal Protokolü'nün oluşmasına yardımcı olmuştur. Öyle ki, BM eski Genel Sekreteri Kofi Annan, protokolü "belki de bugüne kadar ki en başarılı uluslararası anlaşma" olarak tanımlamıştır(www.nature.com E.T. 11/05/2024).



Yasal bağlayıcılığı ve hedefleri olmayan yalnızca bir çerçeve sözleşmesinden ibaret olan Viyana Sözleşmesi'nin kabul edilmesinin ardından kamuoyunu ikna eden bilimsel gelişmelerin ortaya çıkması, Eylül 1987'de Ozon Tabakasını İncelten Maddeler İlişkin Montreal Protokolünün kabul edilmesini sağlamıştır. Montreal Protokolü, zaman içinde ortaya çıkan yeni bilimsel bulgular, teknolojik ilerlemeler ve ekonomik veriler doğrultusunda sürekli olarak gelişmiş ve dönüşmüştür. Dünya genelinde ozon tabakasına zarar veren gazların kullanımı durdurulmuş ve bu gazların yerine sıklıkla tercih edilen florlu sera gazları, sera gazı etkilerinin yüksek olması sebebiyle 2016'da onaylanan Kigali Değişikliği ile Montreal Protokolü'nün denetimine tabi tutulan maddeler listesine eklenmiştir. Küresel Isınma Potansiyeli (GWP) yüksek olan gazların kullanımının kısıtlanmasıyla, iklim değişikliğiyle mücadelede kayda değer bir ilerleme sağlanmıştır. Kigali değişikliği, özellikle güçlü küresel ısınma etkisine sahip olan 18 çeşit Hidroflorokarbon (HFC) gazının üretim ve kullanımının kademeli olarak düşürülmesi amacıyla hazırlanmıştır. 1990 ile 2010 yılları arasında gerçekleştirilen Montreal Protokolü faaliyetleri sayesinde, global olarak 135 milyar ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri gazın atmosfere yayılması önlenmiştir. Kigali değişikliği kapsamında, Hidroflorokarbonların (HFC) %85 oranında azaltılması hedeflenmekte ve bu sayede 2050 yılına dek 72 milyar ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri gaz salımının düşürülmesi beklenmektedir. Özellikle iklimlendirme ve soğutma alanlarında kullanılan bu gazların yerini düşük küresel ısınma potansiyeline sahip alternatifler almaya başlamıştır(<https://iklim.gov.tr/> E.T. 11/05/2024).

## **2.2. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi**

BMİDÇS, 80'lerin sonunda Hükümetlerarası Konferanslarda müzakere edilerek 1992 yılında Rio'da gerçekleştirilen Yeryüzü Zirvesi'nde imzaya sunulmuştur. Sözleşmenin yürürlüğe girebilmesi için 50 ülkenin onayladığına ya da benzer şekilde kabul ettiğine dair belgelerin BM'ye sunulması gerekmektedir. 1994 yılı Şubat ayına kadar 50'nin üzerinde ülke, onay/kabul belgelerini BM'ye sunmuş ve 21 Mart 1994 tarihinde sözleşme yürürlüğe girmiştir. Taraf ülkelerin taahhütlerine dayanan sözleşmenin 4. maddesinde gelişmiş ülkeler ve Ek-I'de yer alan ülkelerin sera gazı salımlarına ilişkin yükümlülükleri ile "gelişmiş ülkeler ve Ek-II'de yer alan ülkelerin mali desteklerine yönelik yükümlülükler düzenlenmiştir. Ülkeler arasında yükümlülüklerine göre yapılan ayırım sözleşmenin en belirgin özelliğidir. Sözleşme, taraf ülkeleri yükümlülük türleri açısından

üç ayrı grupta sınıflandırmıştır. Sözleşmenin eklerinde düzenlenen bu sınıflandırmadaki kriter ülkelerin iklim değişikliğindeki farklı sorumluluklarını esas olarak belirlenmiştir. Bu sınıflandırmaya göre 1992 yılında OECD üyesi olan ülkelerle geçiş ekonomisi ülkelerinin yer aldığı EK-I listesinde yer alan ülkeler sera gazı salımlarını azaltma yükümlülüğü altındadır. O dönemdeki OECD üyesi olan ülkeleri kapsayan EK-II listesindeki ülkeler emisyon azaltımı yanında gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadele önlemlerini desteklemek üzere mali ve teknolojik yardım yükümlülüğüne de sahiptir. Bu iki listede yer almayan ve EK-I dışı ülkeler ise genel olarak gelişmekte olan ülkelere oluşmaktadır. Ayrıca tüm ülkeler iklim değişikliği ve etkileriyle mücadele konusunda işbirliği yapma, ilgili raporlama ve bildirim gereklerini yerine getirme yükümlülüklerini birlikte üstlenmişlerdir. Ortak Fakat Farklılaştırılmış Sorumluluklar ilkesi gereği raporlama yükümlülüklerinde gelişmekte olan ülkeler için esneklik sağlanmıştır(<https://iklim.gov.tr> E.T. 02/12/2023). İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesinin üzerine inşa edildiği kabulleri ve prensipleri Kurnaz (2019:449-451) şu şekilde ifade etmektedir:

-Sözleşme insanların atmosferdeki sera gazı miktarını artırmalarının doğal sera gazı etkisini artırıp atmosferi ve Dünya'nın yüzeyini ısıtarak doğal ekosistemi ve insanlığı kötü etkileyeceğinden endişe duyulduğunu belirtmektedir. Böylece, ülkeler iklim değişikliğine atmosferde biriken insan kaynaklı sera gazı miktarındaki artışın neden olduğunu kabul etmişlerdir,

-Gelişmiş ülkeler iklim değişikliği probleminin büyük kısmının kendi sorumlulukları olduğunu ve gelişmekte olan ülkelerin de aynı gelişmişlik seviyesine ulaşabilmek için şimdi saldıklarından daha fazla sera gazı salmaya haklarının olduğunu kabul etmişlerdir,

-Sözleşmenin amacı olabildiğince kısa sürede iklim değişikliğini durdurma. İklim değişikliği, ekosistemlerin, gıda üretiminin ve sürdürülebilir kalkınmanın zarar görmeyeceği kadar kısa bir sürede durdurulmalıdır. Bu sözleşmenin esas amacıdır,

-İklim değişikliği konusunda taraflar önleyici önlemler almalıdır. Ancak, iklim değişikliği konusunda bilinmeyen birçok faktör olmasına rağmen, bu belirsizlik iklim değişikliğine karşı alınacak önlemlerin ertelenmesine neden olmamalıdır,

-Bu sözleşme ile istisnasız tüm ülkeler sera gazı salımları ve yutak alanları ile uzaklaştırılan karbon salımlarına ilişkin ulusal envanterlerini geliştirecek,

güncelleştirecek ve yayımlayacaktır. Böylece ülkelere sera gazı salımlarını raporlama mecburiyeti getirilmiştir,

-İklim değişikliği sorununun giderilmesinde ilk önlemleri alacak olanlar en büyük sorumluluğa sahip olan gelişmiş ülkelerdir. Gelişmiş ülkeler iklim değişikliğini azaltmak için ulusal politikalar belirleyeceklerdir. Bu önlem ve politikaların nihai amacı sera gazı salımlarını 2000 yılından önce 1990 yılı seviyesine çekmektir,

-Gelişmiş ülkelerin daha varlıklı olanları neden oldukları iklim değişikliğinden ötürü gelişmekte olan ülkelerin maruz kalacağı zararlı etkilere uyum sağlamaları için gereken masrafların karşılanmasına yardım etme sorumluluğunu üstleneceklerdir.

Tüm bunlarla birlikte, insan kaynaklı sera gazı salımlarını 2000 yılına kadar 1990 düzeyine indirme başta olmak üzere birçok önemli konuda ana yükümlülükler gelişmiş ülkelere bırakılmıştır. Ayrıca bu yükümlülükler, bazı gelişmiş ülkelerin sera gazı yükümlülükleri konusunda önceden belirlemiş oldukları hedeflerin gerisinde kalmıştır. Sözleşme bu şekliyle, Toronto Konferansında benimsenen görüşlerin gerisinde kalmış ve 1990 tarihli Lüksemburg Anlaşması dikkate alındığında BMİDÇS sera gazlarının azaltılması açısından AB ülkelerine yeni ve ek bir yükümlülük getirmemiştir (DPT, 2000:13).

BMİDÇS'ye taraf olan tüm ülkeler ayrıca yılda bir kez olmak üzere toplanarak gelişmeleri görüşmeyi ve bağlayıcı olan bir anlaşma yapmayı kabul etmişlerdir. Böylece ülkeler, 1995 yılından beri senenin son aylarında dünyanın değişik yerlerinde Taraflar Konferansı (Conference of Parties-COP) denilen toplantılarda toplanarak gelişmeleri görüşmektedirler. İlk COP 1995 yılında Berlin'de toplanmış ve bu toplantıda BMİDÇS'de genel hatları ile kabul edilmiş olan prensiplerin nasıl yürütüleceği konusu görüşülmüştür. Tasarlanan anlaşma 1997 yılında Kyoto'da kabul edilmiştir (Kurnaz, 2019:453). BMİDÇS'nin iki tane uygulama aracı söz konusudur. Bu uygulama araçlarından birincisi 2020 yılına kadar olan Kyoto Protokolüdür. Diğeri ise 2020 yılından sonrası için düzenlenen Paris Anlaşmasıdır(www.mfa.gov.tr E.T. 02/12/2023).

### **2.3. Kyoto Protokolü**

Birçok ülkenin taraf olduğu BMİDÇS kapsamında, iklim rejimini yeniden düzenlemek adına 1997 yılında Kyoto Protokolü oluşturulmuştur. 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto

Protokolü kapsamında, sözleşmenin Ek-I listesinde yer alan ülkelere sayısal sera gazı azaltım yükümlülükleri getirilmiştir.

| Belge  | İsim  | Tanım                                                                                                                          | Taraflar                                                                                                                                | Temel Konu                                                               |
|--------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| BMİDÇS | Ek-I  | Gelişmiş Ülkeler ve Ek-I'de yer alan Diğer Taraflar                                                                            | 15 üyeli Avrupa Birliği, 1990 yılında OECD üyesi olan ve AB dışında kalan ülkeler Orta ve Doğu Avrupa ülkeleri (Rusya ve Ukrayna dahil) | Tarihsel Sorumluluk (Sanayileşmiş Ülkeler)                               |
|        | Ek-II | Gelişmiş Ülkeler ve Ek-II'deki Diğer Gelişmiş Taraflar                                                                         | 15 üyeli Avrupa Birliği, 1990 yılında OECD üyesi olan ve AB dışında kalan ülkeler                                                       | Mali Sorumluluk (Zengin Ülkeler)                                         |
| KP     | Ek-B  | Sayısallaştırılmış Emisyon Azaltım Sınırlama ya da Azaltım Yükümlülüğü (2008-2012 arasındaki salımların 1990 yılına göre %'si) | Türkiye dışındaki BMİDÇS Ek-I listesi                                                                                                   | Sera gazı emisyonlarını azaltma ya da sınırlama yükümlülüğü olan ülkeler |

**Tablo 7: BMİDÇS ve Kyoto Protokolünde Resmi Ülke Sınıflandırması**

**Kaynak:** Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu (2008).

Tablo 7'de BMİDÇS ve Kyoto Protokolünün resmi ülke sınıflandırması görülmektedir. BMİDÇS'de Ek-I'de belirtilen ülkeler Kyoto Protokolü Ek-B listesinde emisyon azaltım yükümlülüğü altına girmişlerdir. Kyoto protokolüne göre ülkeler kendi koşullarına uygun olarak, enerji verimliliğinin artırılması, yutak alanların korunması ve geliştirilmesi, ağaçlandırma ve yeniden ormanlaştırmanın teşvik edilmesi, sürdürülebilir tarım türlerinin teşvik edilmesi, yenilenebilir enerji türlerinin, karbondioksit gideren, çevre dostu ileri ve yenilikçi teknolojilerin araştırılması, teşvik edilmesi, geliştirilmesi ve kullanılması, sera gazı emisyonlarına neden olan tüm sektörlerde sözleşmenin amacına ve piyasa araçlarına aykırı piyasa uyumsuzlukları, mali teşvik, vergiler ve sübvansiyonların azaltılmaları ya da ortadan kaldırılmaları, ulaştırma sektörü, atık yönetimi vb. sektörlerde alınacak önlemleri teşvik ederek sera gazı salımlarının azaltılmasını veya sınırlandırılmasını sağlamak ve buna katkı sağlayacak sektörlerin gelişimi için uygun reformların teşvik edilmesi gibi politika ve önlemleri uygulayacak ve/veya daha da geliştirecektir (<https://webdosya.csb.gov.tr> E.T. 03/12/2023). Tablo 8'de ise BMİDÇS ile Kyoto Protokolü arasındaki temel farklılıklar gösterilmektedir. Tabloda görüldüğü üzere iki düzenleme arasında önemli farklılıklar söz konusudur. Bu farklılıkların belki de en

önemlisi Kyoto Protokolünün getirmiş olduğu esneklik mekanizmalarıdır. Sera gazı azaltım maliyetlerini düşürmek için tasarlanan bu mekanizmalar ayrıca protokolün en tartışmalı unsurlarından birisi olmuştur.

| <b>BMİDÇS</b>                                                                                                                                                         | <b>Kyoto Protokolü</b>                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -Ek-I Ülkelerinin 2000 yılında sera gazlarının salımlarının 1990 yılı düzeyine indirmesi hedefi sadece iyi niyet düzeyindedir.                                        | - Ek-I Ülkeleri (Kyoto Protokolünde EK-B ülkeleri), 1. Dönem için (2008-2012) somut sayısal hedefler almaktadır.                                              |
| -Yaptırım gücü zayıftır.                                                                                                                                              | - Hedeflere ulaşılamaması halinde sonraki dönemler için geçerli olacak ağır yaptırımlar söz konusudur.                                                        |
| -Esneklik kuralları (hesaplamalar için geçerli olacak temel yılı belirlenmesi) sadece belirli ülkeler (Piyasa ekonomisine geçiş sürecindeki ülkeler) için geçerlidir. | -Gerekli hazırlıkları tamamlayan tüm ülkeler esneklik mekanizmalarına (Ortak Yürütme, Temiz Kalkınma Mekanizması, Emisyon Ticareti) katılabilirler.           |
| -Ülkeler arası ayırım için tek kriter, OECD üyeliği ve gelişmişlik derecesidir.                                                                                       | - Her ülke, görüşmeler yoluyla kendisi için farklı bir konum belirleyebilir.                                                                                  |
| -İklim değişikliği sürecinin temel metnidir.                                                                                                                          | - 2005 yılından itibaren 2012 sonrası dönem için (süre, yükümlülük oranları, ülkeler) yeni görüşmeler başlayacak, bu amaçla yeni ittifaklar kurulabilecektir. |

**Tablo 8: BMİDÇS ile Kyoto Protokolü Arasındaki Temel Farklılıklar**

**Kaynak:** Bölgesel Çevre Merkezi (2006:57)

Sera gazı salımlarının azaltılmasının neden olacağı maliyetlerin düşürülmesi için tasarlanan esneklik mekanizmaları, “Temiz Kalkınma Mekanizması”, “Ortak Yürütme” ve “Emisyon Ticareti”dir. Kyoto Protokolü kapsamında oluşturulan bu mekanizmaların katılımcıları, sağladıkları emisyon azaltım birimleri ve bu azaltım birimlerinin protokol metnindeki hukuki temelleri açısından karşılaştırmaları Tablo 9’da gösterilmektedir. Esneklik mekanizmalarının her birinin hukuki dayanağı Protokolün ilgili maddelerinde tanımlanmıştır. Esneklik mekanizmaları sonucu edinilen emisyon sertifikalarının birimleri farklı isimlerle tanımlanmaktadır. Buna göre temiz kalkınma mekanizması projeleri sonucunda edinilen 1 ton CO<sub>2</sub> eşdeğer sera gazı emisyonuna karşılık gelen emisyon sertifikasına CER, Ortak Yürütme projeleri sonucunda edinilen 1 ton CO<sub>2</sub> eşdeğer sera gazı emisyonuna karşılık gelen emisyon sertifikasına ERU ve Kyoto Protokolünün Ek-B listesinde bulunan taraf ülkelere tahsis edilen emisyon salım hakkının 1 ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri sera gazı emisyonuna AAU denilmektedir (Arı, 2010:38-39).

| Esneklik Mekanizması       | Kyoto Protokolünün İlgili Maddesi | Yatırımcı Ülke (Karbon Alıcı) | Ev Sahibi Ülke (Karbon Satıcı) | Emisyon Birimi |
|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Temiz Kalkınma Mekanizması | 12. madde                         | Ek-B Ülkeleri                 | Ek-I Dışı Ülkeler              | CER            |
| Ortak Yürütme              | 6. madde                          | Ek-B Ülkeleri                 |                                | ERU            |
| Emisyon Ticareti           | 17. madde                         | Ek-B Ülkeleri                 |                                | AAU            |

**Tablo 9:** Esneklik Mekanizmalarının Genel Özellikleri

**Kaynak:** Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış (2011:12)

### 2.3.1. Temiz Kalkınma Mekanizması

Temiz Kalkınma Mekanizmasının (TKM) hedefi Kyoto Protokolünün 12. Maddesinin 2. fıkrasında belirtilmektedir. Buna göre, TKM'nin hedefi, Ek-I'de bulunmayan ülkelere, sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak ve Sözleşme'nin nihai hedefine katkı sunmak üzere destek sağlamak ve Ek-I'de bulunan ülkelerin sayısallaştırılmış emisyon sınırlandırma ve azaltım taahhütlerini gerçekleştirmelerine yardımcı olmaktır (Resmi Gazete, 2009). Böylece, Ek-I de bulunan ülkelerinin Ek-I dışında bulunan taraf ülkelere iklim değişikliği ile mücadele konusunda destek vermesinin ve Ek-I ülkeleri azaltım hedeflerini gerçekleştirirken, Ek-I dışı ülkelerin Ek-I ülkelerine fırsat sağlamasının hukuki dayanağı sağlanmıştır. Bu mekanizma ile BMİDÇS'nin Ek-I listesinde bulunan taraf ülkeler (Kyoto Protokolünde Ek-B ülkeleri olarak belirtilen ülkeler), gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirdikleri emisyon azaltımı, ormanlaştırma gibi projeleri finanse ederek emisyon sertifikası kazanmaktadır. Bu tür projeler yatırımın yapıldığı ülkenin sürdürülebilir kalkınmasına yardımcı olarak proje sayesinde azaltılan emisyonları projenin finansörü Ek-I ülkesinin envanterine kayıt etmesini sağlamaktadır. Bu şekilde kayıt altına alınan emisyon miktarı eşdeğeri CER sertifikası ile projenin finansörü olan emisyon azaltma yükümlülüğündeki Ek-I ülkesi CER miktarı kadar ilave emisyon salma hakkı kazanmaktadır. 2001 yılında düzenlenen COP7'de son şeklini alan Marakeş Mutabakatında TKM ile ilgili tüm ayrıntılar yer almaktadır. TKM projelerinin, sera gazı azaltımına ilave destek sağlayacağını ispatlaması gerekmektedir. Kabul görmüş bir TKM projesinde, projenin uygulanacağı ülkenin projenin sürdürülebilir kalkınmaya destek sağlayacağını doğrulama hakkı bulunmaktadır. Nükleer faaliyetler TKM kapsamında değilken, arazi kullanımı/arazi kullanımı değişikliği ile ormancılık projeleri içerisinden yalnızca ağaçlandırma ve yeniden ağaçlandırma ile kazanılan CER'ler TKM'nin

kapsamındadır. TKM kapsamında, gelişmekte olan ülkelerin haksız yere kullanılmamasını ve projelerin devamlılığının korunmasını sağlamak amacıyla, TKM'den kaynaklanan CER ticaretinden elde edilen gelirlerin %2'sini iklim değişikliğinden en çok zarar gören ve hassas durumdaki gelişmekte olan ülkeler için oluşturulan Uyum Fonu'na yönlendirmektedirler. Bu sayede, TKM projeleri aracılığıyla elde edilen finansal kaynakların bir bölümü, bu ülkelerin iklim değişikliğine adaptasyon süreçlerine destek olarak ayrılmaktadır (Arı, 2010: 41-42).

### **2.3.2. Ortak Yürütme**

Kyoto Protokolü kapsamındaki bir diğer esneklik mekanizması olan Ortak Yürütme TKM'ye benzerlik göstermektedir. Ortak Yürütme, Ek-I lkeleri arasında gerçekleştirilebilmektedir. Kyoto Protokolünün 6. maddesinin birinci fıkrasına göre Ortak Yürütme, Ek-I'de bulunan taraf ülkelerin taahhütlerini gerçekleştirmek için ekonominin herhangi bir sektöründe, insan faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazlarının salımlarının azaltımını ya da insan kökenli yutaklarca uzaklaştırılma kapasitesinin arttırılmasını hedefleyen projelerden elde edilen salım azaltım birimlerini diğer herhangi bir tarafa bazı şartlar altında aktarabilmesine veya edinebilmelerine imkan vermektedir(Resmi Gazete, 2009).

Proje tabanlı bir mekanizma olan ve ayrıntıları Marakeş Mutabakatında belirlenen Ortak Yürütme (OY) ile Ek-I lkeleri kendi aralarında emisyon azaltan projeler uygulamak veya yutak alanlarında artış gerçekleştirerek bu özellikteki projeler sonucunda yatırım yapan ülkelerin ERU sertifikalarını elde etmesi mümkündür. Bu sertifikaları ülkeler kendi ülke taahhüdünü yerine getirmede kullanılabileceği gibi piyasalarda satarak gelir etmeleri de mümkündür. Ev sahibi ülkede uygulanan emisyon azaltım faaliyetleri sonucu kazanılan emisyonlar ev sahibi ülkenin AAU'ndan düşülmektedir (Arı, 2010:51).

### **2.3.3. Emisyon Ticareti**

İklim değişikliğine etkisi açısından sera gazı salımlarının nereden ve ne şekilde ortaya çıktığının hiçbir önemi bulunmamaktadır. Bu açıdan bakıldığında sera gazı salımlarına yönelik alınacak önlemlerin mekansal bir önemi yoktur. Piyasa yaklaşımıyla soruna yaklaşıldığında asıl hedef, insan faaliyetlerinin neden olduğu sera gazı salım azaltımının en düşük maliyetle gerçekleştirilmesidir. lke bazlı yapılan

değerlendirmelerde, sera gazı emisyonlarının azaltım maliyetlerinin ülkelere göre farklılık göstermesi beklenmektedir. Bu nedenle maliyetin düşük olduğu ülkelerde sera gazı emisyon azaltımına gidilmesi daha ekonomik olacaktır. Emisyon Ticareti (Emission Trading) Kyoto Protokolü'nün 17. Maddesinde düzenlenmiştir. Kyoto Protokolünün 17. maddesinde Emisyon Ticaretine ilişkin doğrulama, raporlama ve hesap verebilirlik konularında prensip, yöntem, kural ve ilkelerin taraflar toplantısında belirleneceği ifade edilerek, Ek-B'de yer alan ülkelerin, azaltım taahhütlerini gerçekleştirebilmek için emisyon ticaretine katılabilecekleri belirtilmektedir. Emisyon ticareti emisyon sınırlandırma ve azaltım taahhütlerini yerine getirmeye yönelik ülke içi eylemleri tamamlayıcı olacaktır(Resmi Gazete, 2009).

Buna göre, emisyon ticaretinden Kyoto Protokolünün Ek-B listesinde bulunan ve sayısallaştırılmış salım azaltma hedefi olan ülkeler faydalanabilecek olup taraf ülkeler bu mekanizmayı emisyon azaltım sürecine destek sağlayan bir araç olarak kullanabileceklerdir. Ek-B listesinde bulunan herhangi bir taraf ülke, belirlenmiş sera gazı azaltım miktarının bir kısmının ticaretini yapabilir. Yani, taahhüt edilen sera gazı miktarından daha fazla azaltım gerçekleştiren taraf ülke, bu ilave azaltımı diğer bir Ek-B ülkesine satabilir.

Emisyon ticaretine göre belirli tarihler dikkate alınarak kendisi için maksimum salım miktarı belirlenmiş olan herhangi bir ülke, eğer belirlenen tarihte bu miktardan daha az emisyon salımını başarabilirse, kendisi için belirlenmiş limit ile gerçekleşen miktar arasındaki farkı uluslararası piyasada satabilecektir. Diğer bir ifadeyle emisyon ticareti, sera gazı salım hakkının satılmasıdır. Emisyon Ticareti kapsamında bu hak yalnızca ülkeler arasında değil aynı zamanda şirketler arasında da geçerli olabilecektir. Bu alım-satım işleminde alıcı ve satıcı olmak üzere iki taraf olacaktır. Fiyat, arz ve talebe göre fiyat mekanizmasıyla oluşacaktır. Piyasada emisyon hakkı satın alma talebi ne kadar çoksa, fiyatlar da o kadar yüksek olacaktır (Çelik, 2009:71).

Emisyon ticaretinde alınıp satılan varlıklar, emisyon sertifikasıdır. Emisyon sertifikası belirli bir dönemde, belirli sera gazlarının sayısal olarak tanımlanmış miktarlarının salım hakkı veya TKM ve OY gibi proje faaliyetleri sonucunda kazanılan emisyon azaltım miktarının karşılığıdır. Emisyon ticaretine konu edinen sera gazlarının neler olduğu Kyoto Protokolünün Ek-A'sında belirtilmiştir. Emisyon Ticaretinin detayları, Marakeş Mutabakatında ele alınmıştır(Arı, 2010:55).



Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), sera gazı emisyonlarını etkili bir şekilde azaltmayı amaçlamaktadır. Sistemin sağlıklı bir şekilde işlemesi için piyasa istikrarını sağlamak, tahsisat fiyatını belirlemek ve maliyetler arasında denge kurmak önemlidir. ETS, belirli tesislerden kaynaklanan sera gazı emisyonları için bir üst sınır belirler. Bu sınır, zaman içinde belirli bir bölgenin emisyon azaltma hedefine paralel olarak düşer. ETS'ye dahil olan tesisler, emisyonlarını bu sınırlar dahilinde tutmak için tahsisatları kullanmak zorundadırlar. Tahsisatlar, ya ücretsiz olarak verilir ya da açık artırmayla satılır. Ayrıca, tahsisatlar diğer taraflar arasındaki ticaret yoluyla da elde edilebilir ve bu süreç, tahsisatların piyasa fiyatını belirler. ETS, sera gazı emisyonlarına bağlı maliyetlerle ilgili olduğu için, tesisleri emisyonlarını azaltmaya teşvik eder. Bu teşvik, tesislerin daha düşük maliyetli emisyon azaltma seçeneklerini araştırmalarına neden olur. ETS'nin temel ekonomik prensibi, emisyon azaltımının maliyet açısından etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiğidir. ETS, emisyon azaltımını gerçekleştirmek için tesislere çeşitli seçenekler sunarak, merkezi kontrol odaklı emisyon azaltım politikalarının aksine daha esnek bir yaklaşım benimser. Bu seçenekler içinde en maliyet etkin olanı, piyasa tarafından belirlenir (<https://webdosya.csb.gov.tr> E.T. 23/01/2024).

Dünyanın ilk uluslararası emisyon ticareti uygulaması ilk kez 2005 yılında uygulamaya geçen Avrupa Emisyon Ticareti Sistemi (EU Emissions Trading System) programıdır. Bu programın işleyiş mekanizmasının temelinde sınırlama ve ticaret (cap and trade) anlayışı yatmaktadır. Emisyon ticaretinin birimini tahsisatlar oluşturmaktadır. Bir tahsisat birimi, 1 ton CO<sub>2</sub> eşdeğerine denk sera gazı emisyonu salım hakkı anlamına gelmektedir. Salım sınırının seviyesi, tüm sistemde mevcut olan izin sayısını belirlemektedir. Bu seviye 2013 yılından itibaren yıllık olarak düşürülmek üzere tasarlanmıştır. Bu sayede, emisyon ticaret sistemi kapsamındaki işletmelere verilen izin sayısı yılda %1,74 azaltılarak şirketlerin giderek daha iddialı genel emisyon azaltma hedeflerine uyum sağlamaları için zaman tanınmaktadır. Her yıl, izinlerin bir kısmı belirli katılımcılara ücretsiz olarak verilmektedir. Kalan izinler ise çoğunlukla açık artırmalar yoluyla satılmaktadır. Yılın sonunda katılımcılar, o yıl boyunca saldıkları her bir ton CO<sub>2e</sub> karşılığında bir izin iade etmek zorundadır. Bir katılımcının yeterli izni yoksa emisyonlarını azaltmak için önlem almak veya piyasadan daha fazla izin satın almak zorundadır. Katılımcılar izinleri açık artırmada veya birbirlerinden satın alabilirler (European Commission, 2017:16). 2005 yılında üç yıllık bir pilot dönemle başlamış ve şu anda dördüncü aşamasında (2021-2030)

olan AB Emisyon Ticaret Sistemi enerji, sanayi tesisleri ve havacılık faaliyetlerini içeren bir sistemdir. 2005-2007 yılları arasındaki ilk faz, öğrenme amaçlı bir pilot dönem olarak kabul edilmiş ve tahsisatların tamamı neredeyse ücretsiz olarak dağıtılmıştır. 2008-2012 yılları arasındaki ikinci faz döneminde, ücretsiz tahsisatlar yaklaşık %90 oranında azaltılmış, üst sınır ise %6,5 daha düşük bir seviyeye çekilmiştir. Ceza miktarı ton başına 40 Euro'dan ton başına 100 Euro'ya yükseltilmiştir. 2013-2020 yılları arasındaki üçüncü faz döneminde emisyonlar için üst sınır AB genelinde belirlenmeye başlanmış, sektör ve sera gazı kapsamı genişletilmiş ve enerji sektörüne verilen ücretsiz tahsisatlar sıfırlanmıştır. 2021-2030 yılları arasındaki dönemi kapsayan dördüncü faz döneminde üst sınır, yıllık olarak %2,2 lineer azaltma faktörüne göre her yıl azaltılmaktadır ve tahsisat dağıtımında ana yöntem açık artırma olarak belirlenmiştir(<https://ticaret.gov.tr> E.T. 12/05/2024).

Emisyon ticaret sisteminin en önemli bileşeni dağıtılan kotaların miktarının sınırlı olmasıdır. Bu sınır, piyasa oluşumu için gerekli olan kısıtlıyı sağlamaktadır. Bu sayede, aldıkları azaltım önlemleri sayesinde emisyonlarını kendilerine tahsis edilen salım izinlerinin altında tutabilen aktörler kullanmadıkları salım izinlerini piyasadaki arz ve talebe göre oluşan fiyattan satabilmektedirler. Emisyon salım izinlerinin dışına çıkan aktörler ise emisyonlarını azaltmaya yönelik önlemler almak, piyasadan diğer aktörlerin kullanmadıkları salım izinlerini satın almak veya bu ikisini birlikte uygulamak (salım azaltmaya yönelik önlemler almak ve piyasadan salım izini satın almak) gibi çeşitli alternatifler arasından en az maliyetli seçenekler arasından seçim yapacaktır. Böylece, emisyon ticaretinde yer alan aktörlerin emisyonlarının en az maliyetle azaltılması sağlanmış olacaktır.

#### **2.4. Kopenhag Mutabakatı**

7-18 Aralık 2009 tarihleri arasında Danimarka'nın başkenti Kopenhag şehrinde gerçekleştirilen BMİDÇS 15. Taraflar Konferansında (COP 15), 192 ülke temsilcisi bir araya gelerek küresel sıcaklık artışının 2 °C'den az olmasını sağlamak için sera gazı salımlarında azaltım yapılmasını karara bağlamış, fakat ülkelerin ne oranda sera gazı azaltımı yapacağı konusunda bir hedefin belirlenemediği hukuki zemini olmayan zayıf bir mutabakatta fikir birliği sağlanmıştır (Baykan, 2009:1).

Kyoto Protokolü'ne kıyasla bağlayıcı yükümlülükler açısından daha zayıf olan mutabakat, bazı yenilikler de getirmiştir. Küresel ısınmanın başlıca sorumluları olarak kabul edilen ABD ve Çin'in mutabakatta öncü rol üstlenmesi, gelişmekte olan ülkelere finansal ve teknolojik destek sağlanması ve bu ülkelerin uyum sürecine katılımının teşvik edilmesi, ayrıca orman tahribatının küresel ısınmaya olan etkisinin vurgulanması gibi yenilikler sağlayan mutabakatın bağlayıcı yükümlülükler açısından Kyoto Protokolünün gerisinde kaldığını belirten Engin (2010a:78), 12 maddeden oluşan anlaşmanın temel başlıklarını şöyle özetlemiştir;

- 1) Küresel sıcaklık artışının endüstri öncesi döneme göre 2 C° ile sınırlandırılması konusunda mutabakat sağlanmıştır. Bu sınırlandırmanın en kısa sürede gerçekleştirilebilmesi için Kyoto Protokolünde öngörülen “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar” ilkesine bağlı kalınacağından gelişmekte olan ülkelerin bu hedefe ulaşmasının daha fazla zaman alabileceği kabul edilmiştir.
- 2) Ek-I ülkeleri 2020 yılı için emisyon azaltım hedeflerini 2010 yılı içerisinde BMİDÇS'ye bildireceklerdir. Bildirilen bu hedefler bağlayıcı olmayacaktır. Ek-I'de yer almayan ülkeler ise ulusal emisyon azaltım politikalarını BMİDÇS'ye bildireceklerdir. Ayrıca bu ülkeler, uyguladıkları politikaları ve gerçekleşen emisyon değerlerini iki yıllık aralıklarla BM'ye rapor edeceklerdir.
- 3) Gelişmekte olan ülkelerin ulusal çevre politikalarını desteklemek amacıyla gelişmiş ülkeler tarafından 2012 yılı sonuna kadar 30 milyar dolar finansal yardım yapılması öngörülmüş olup bu rakamın 2020 yılına kadar 100 milyar dolara ulaşması hedeflenmiştir.
- 4) Emisyon artışına neden olan “orman alanlarının tahribatı” hususunun önemi özellikle vurgulanmıştır. Bu konuda gerçekleştirilecek ölçümlerin arttırılarak, sorunun çözümü için gereken finansal desteğin sağlanması konusu gündeme getirilmiştir.
- 5) Mutabakatın değerlendirilme sürecinin 2015 yılına kadar tamamlanması hedeflenmiştir.

## **2.5. Paris Anlaşması**

2012 yılında Doha'da varılan uzlaşıyla Kyoto Protokolünün geçerliliği 2020 yılına kadar uzatılmıştı (Köse, 2018:69). 2020 sonrası iklim değişikliği rejimi ise Paris Anlaşması ile belirlenmiştir. Anlaşma, Aralık 2015'te Paris'de düzenlenen BMİDÇS 21. Taraflar

Konferansı (COP 21) sonucunda kabul edilmiştir. Paris Anlaşması'nın kabulünün ardından, BM Genel Sekreteri Ban Ki-Moon, hükümet temsilcilerinin tarih yazdığını belirterek, anlaşmanın kabulünün hemen ardından attığı bir tweet'te "Paris Anlaşması, insanlar ve gezegenimiz için anıtsal bir zaferdir," ifadelerini kullanmıştır (<https://www.un.org/> E.T. 05/12/2023). Anlaşmaya göre, 2020 sonrası dönemde tüm ülkeler ilk kez küresel ölçekte sera gazı emisyonlarını azaltma taahhüdünde bulunmuştur. Anlaşmanın yürürlüğe girmesi için en az 55 ülkenin ve küresel sera gazı emisyonlarının %55'ini oluşturan ülkelerin anlaşmayı onaylaması gerekmektedir. Bu koşul 4 Kasım 2016 tarihinde karşılanmıştır. Paris Anlaşması, kabulünün üzerinden 1 yıl geçmeden yürürlüğe giren ilk küresel anlaşmadır ve insan kaynaklı sera gazı salımlarının neden olduğu küresel sıcaklık artışını 2 °C'nin altında tutmayı hedeflemekte ve bu konuda 1,5 °C'yi yakalamanın önemine dikkat çekmektedir. Ayrıca, anlaşma ile ülkelerin iklim değişikliği ile mücadeleye farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler çerçevesinde katkıda bulunması kabul edilmiştir. Anlaşmanın en belirgin özelliği, tüm ülkelerin katkılarına dayanacak bir sistem öngörmesidir. Anlaşma ayrıca ulusal katkılar, azaltım, uyum, kayıp/zarar, finansman, teknoloji geliştirme ve transferi, kapasite geliştirme, şeffaflık ve durum değerlendirmesi gibi konularda uygulama usulleri belirlemiştir. Emisyon azaltımı konusunda, gelişmiş ülkelerin mutlak emisyon azaltımı hedeflerini sürdürmesi ve gelişmekte olan ülkelerin ise ulusal koşullara uygun olarak zaman içinde yeni hedefler belirlemesi önerilmektedir. Ulusal Katkı Beyanları (NDCs), ülkelerin iklim değişikliğiyle mücadele hedeflerini içeren önemli temel taşlarından birini oluşturmaktadır (<https://www.mfa.gov.tr> E.T. 28/01/2024).

Temel olarak BMİDÇS'ye dayanan Paris Anlaşması, iklim değişikliğinin risklerine karşı küresel sosyoekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesini ve uzun dönemde endüstriyelleşme öncesi döneme kıyasen küresel sıcaklık artışının 2°C'nin olabildiğince altında (mümkünse 1.5°C seviyesinde) tutulması hedefini gerçekleştirmek için uluslararası işbirliğini farklı bir yoldan sürdürmeyi tercih etmektedir. Paris anlaşması ile sözleşmenin ekler sistemi ve özellikle de Kyoto Protokolü ile kurulan yapının ABD ve Çin gibi önemli sera gazı salımı yapan tarafların sera gazı emisyon azaltım faaliyetleri dışında kalmasına neden olduğu için başarılı olamadığı iddiasından hareketle tüm tarafları emisyon azaltım faaliyetine ortak etmesini sağlayacak yeni bir işbirliği çerçevesi oluşturulmuştur(<https://iklim.gov.tr> E.T. 04/12/2023).

Gelişmekte olan ülkelerin sera gazı salımı azaltımına gitmeleri konusunda teşvik edildiği anlaşmada, gelişmiş ülkelerin, geliştirmekte olan ülkelere sera gazı salımlarının azaltılmasında ve iklim değişikliğinin sonuçlarına adaptasyon konusunda maddi destek sağlayacağı hususları da yer almıştır. Paris Anlaşmasında Niyet Edilmiş Ulusal Katkı Beyanı (INDC), sera gazı salımlarının azaltılması, iklim değişikliğine uyum, kayıp ve zarar, finans, teknoloji geliştirme ve teknoloji transferi, kapasite geliştirme, uygulama ve desteklerde şeffaflığın sağlanması, küresel envanter, uygulamanın ve uyumun kolaylaştırılması, Kyoto Protokolü'nün bitiş yılı olan 2020 yılı öncesinde neler yapılacağı, idare ve bütçe konuları ve taraf olmayan paydaşlara dair konular da yer almıştır. Paris Anlaşması, sürdürülebilir kalkınma ve emisyon azaltımına vurgu yapmaktadır. Ayrıca, piyasa dışı yaklaşımların da kapasite artırımı, teknoloji transferi ve adaptasyon gibi konularda kullanılması gerektiğinin altını çizmektedir. Anlaşmanın hedeflerinden biri, sera gazı kaynaklarından çıkan gazlar ile yutak alanların dengelenmesi için hızlı bir şekilde sera gazı azaltımının başlatılmasıdır. 2050 yılında dünyada bulunan yutakların ve atmosfere salınan gazların eşit olması hedeflenmektedir. Emisyon ticareti de anlaşmada genişletilerek yer almıştır. Anlaşma ayrıca iklim değişikliğine uyum kapsamında Yeşil İklim Fonu'nun kullanımının hızlandırılmasını talep etmektedir. Ormansızlaşma ve yutak alanların kapasitesine ayrı bir vurgu yapılmış ve finansal destek sağlanacağı belirtilmiştir. Farklı finans kaynaklarının ortak yönetilmesine ve Özel İklim Değişikliği Fonu, En Az Gelişmiş Ülkeler Fonu, Yeşil İklim Fonu ve Küresel Çevre Fonu'nun bu anlaşmanın öngördüğü amaçlara hizmet etmesine karar verilmiştir. Anlaşmada açık konuların Anlaşma organları tarafından tamamlanması için görevlendirme yapılması da dikkat çekici bir yaklaşımdır. Ayrıca, Kapasite Geliştirme Komitesi, Şeffaflık için Kapasite Geliştirme Girişimi ve anlaşmanın uygulanmasını kolaylaştırmak için bir komite kurulmasına karar verilmiştir. Anlaşma çerçevesinde, tüm katılımcılar tarafından sunulan emisyon bildirimleri temel alınarak küresel bir envanter oluşturulması kararı alınmıştır. İlk envanterin tamamlanma süreci 2023 yılına kadar planlanmış olup, bu envanterin her 5 yılda bir güncellenmesine karar verilmiştir (Bozoğlu, 2019:76-85).

Paris Anlaşması'nın, BMİDÇS'ye kıyasla en dikkat çekici özelliği, tüm ülkelerin katkılarına dayanan bir sistem öngörmüş olmasıdır. Anlaşma, iklim değişikliğiyle mücadelede gelişmiş/geliştirmekte olan ülke sınıflandırmasına ve tüm ülkelerin “ortak fakat

farklılaştırılmış sorumluluklar ve göreceli kabiliyetler” ilkesine dayanarak ortak bir sorumluluk taşıması temeline dayanmıştır (<https://enerji.gov.tr> E.T. 23/01/2024).

Paris Anlaşması, iklim değişikliği politikalarına getirdiği yaklaşımlarıyla farklı görüşlere sahip taraflar arasında ciddi tartışmalara neden olmuştur. Örneğin, Falkner (2016) Paris Anlaşmasının uluslararası iklim politikasında yeni bir çığır açtığını ileri sürmektedir. Kaya (2020)’ya göre ise Paris Anlaşmasının bütün ülkeler tarafından oybirliği ile kabul edilerek bir yıldan kısa bir süre içerisinde yürürlüğe girmesi Kyoto Protokolüne göre daha kapsayıcı ve benimsenmiş bir nitelikte olduğunu göstermektedir (Kaya, 2020:182). Köse (2018:72)’ye göre, Paris Anlaşmasının en zayıf yanı alınacak önlemlerin devletlerin arzusuna bırakılarak herhangi bir hukuki yaptırım öngörmemiş olmasıdır. Bodansky (2016)’ye göre ise Paris Anlaşmasında yer alan hükümleri bağlayıcı hale getirmek taahhüt ve uyumu artırabilecektir. Ancak bu durum devletleri anlaşma dışında kalmaya veya daha az iddialı taahhütlerde bulunmaya itebilecektir. Paris Anlaşmasının Ek-I, Ek-II ve Ek-I Dışı ülke sınıflandırmasını kaldırarak “gelişmiş” ve “gelişmekte olan” ülkeler şeklinde bir sınıflandırmaya gitmesi ancak gelişmiş ülkelerin ve gelişmekte olan ülkelerin hangi ülkeler olduğuna dair bir listenin oluşturulmamış olması (Köse, 2018:72-73), Paris Anlaşmasının bir diğer eksikliğidir.

Paris anlaşmasının, sıcaklık artışının 2°C derece ile sınırlı tutulması, mümkünse 1.5°C dereceyle sınırlandırılması vurgusunun IPCC’nin çalışmaları sonucu ortaya konulan bilimsel temelleri dayanması anlaşmanın önemli noktalarından birisidir. Paris Anlaşması’ndaki uzun vadeli sıcaklık hedefi uzun yıllardır devam eden iklim politikası tartışmalarına dayanmaktadır. Avrupa Birliği Çevre Konseyi 1996 yılında IPCC’nin İkinci Değerlendirme Raporu’na dayanarak küresel ortalama sıcaklık artışının sanayi öncesi seviyelere göre 2°C’yi aşmaması gerektiğini belirtmiş, bu hedef daha sonra 2005 ve 2007 yıllarında AB hükümet başkanları tarafından da onaylanmıştır. Bu sınır, 2009 yılında G8 ülkeleri tarafından da benimsenmiştir. 2009 yılında IPCC’nin Dördüncü Değerlendirme Raporu’ndan (AR4) elde edilen bilgiler ışığında, yaklaşık 100 ülke Kopenhag Konferansı’nda (COP 15) ısınmanın sanayi öncesi seviyelere göre 1.5°C’nin altında tutulması çağrısında bulunmuştur. COP15’in kendisi yaygın olarak başarısız olarak değerlendirilse de, Kopenhag Mutabakatından elde edilen iki kalıcı uzlaşma nihayetinde Paris Anlaşması’na çevrilmiştir. İlki, devlet başkanlığı düzeyinde mutabık kalınan ve ısınmanın 2°C’nin altında tutulması olarak ortaya çıkan uzun vadeli bir hedefti.

İkincisi, savunmasız ülkeler tarafından talep edilen 1.5°C sınırını ele alarak sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutma uzun vadeli hedefinin gözden geçirilmesi konusunda anlaşma sağlanmasıydı. Sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutma hedefi, 2010 yılında Cancun'da düzenlenen COP16'da resmi olarak kabul edildi ve bu sınırın yeterliliği, 1.5°C'yi alternatif olarak inceleyen bir araştırmaya bağlandı. Bu kapsamda BMİDÇS altında başlatılan bilim tabanlı bir inceleme süreci olan “Yapılandırılmış Uzman Diyaloğu”, ağırlıklı olarak IPCC AR5' in ortaya koyduğu bilimsel temellere dayanarak 2°C' ye kadar ısınmanın güvenli kabul edildiği konseptin yetersiz olduğu ve küresel ısınmayı 1.5°C' nin altında sınırlandırmanın çeşitli avantajları olacağı sonucuna varmıştır(Schleussner vd. 2016:827).

Kyoto Protokolünden farklı olarak, Paris Anlaşmasında dikkate alınan ve emisyon salımları için zirve yıl belirleme çabalarını güçlendiren “Karbon Bütçesi” kavramına göre Paris Anlaşması ile taahhüt edilen sıcaklık artışında kalabilmek için halihazırda üçte ikisi kullanılan toplam karbon bütçesinin sadece üçte birinin kullanılması gerekmektedir. Bunun içinse ülkelerin bir an önce salım zirve değerlerine ulaşarak azalma eğilimine girmeleri gerekmektedir(Yanardağ ve Bozkurt, 2017: 77).

## **2.6. Avrupa Yeşil Mutabakatı**

Avrupa Yeşil Mutabakatı (European Green Deal), Avrupa Birliği'nin (AB) 2050 yılına kadar iklim nötr bir kıta olmasını amaçlayan bir yol haritası olarak tanımlanabilir. AB Komisyonu Başkanı Ursula Von Der Leyen 2019 yılında göreve gelir gelmez Avrupa Yeşil Mutabakatı'nı duyurmuştur. 11 Aralık 2019 tarihli açıklamasında Avrupa'nın yeni büyüme stratejisi olarak tanımladığı mutabakatın bir taraftan istihdam yaratarak yaşam kalitesini arttırırken diğer taraftan da emisyon salımlarını azaltacağını belirtmiştir(<https://iklim.gov.tr> E.T. 18/02/2024). Avrupa Komisyonu, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın 2050 yılına kadar net sıfır sera gazı emisyonunu, kaynak kullanımından bağımsız bir ekonomik büyümeyi ve kimsenin, hiçbir bölgenin geri de bırakılmamasını sağlayacağını deklare etmektedir (<https://commission.europa.eu> E.T. 15/02/2024). Bu kapsamda, 2030 yılına kadar %55 emisyon azaltımını ara hedef olarak belirleyen AB, bu hedefe ulaşmak için iklim, enerji, arazi kullanımı, ulaşım ve vergilendirme politikalarının revizyonu için düzenlenen “Fit for 55” teklif paketi Avrupa Komisyonunca 14 Temmuz 2021 tarihinde kabul edilmiştir (<https://ticaret.gov.tr> E.T.12/05/2024).

Tarihsel olarak bakıldığında, iklim değışikliğı gibi çevresel meseleler, AB'nin temel anlaşmalarında yer almamasına rağmen yeşil politikalara odaklanma süreci 1970'lerden itibaren başlamıştır. Özellikle Avrupa'da yeşil siyasetin yükselişle birlikte, çevre konuları AB'nin gündeminde önemli bir yer edinmeye başlamıştır. AB, 1973'ten 2020'ye kadar 7 farklı dönemde 7 ayrı çevre programı uygulamıştır. 1970'lerdeki petrol krizlerinin etkisi ve 1990'larda üye ülkelerin giderek artan fosil yakıt ithalatına olan bağımlılığı, AB'nin enerji güvenliğini tehdit eden bir sorun haline geldiğı için aynı zamanda enerji politikalarına yönelik bir odaklanma da yaşanmıştır. Özellikle fosil yakıt kullanımının çevre sorunlarına yönelik çözümleri güçleştirmesi nedeniyle; çevre, iklim ve enerji politikalarında ortak bir ilerleme kaydetme gereğı duyan AB, günümüzde bu politikaları ortak bir payda da toplamaya çalışmaktadır (Kakışım, 2022:9). Bu bağlamda, Avrupa Yeşil Mutabakatı adı altında oluşturulan politika metni, sadece çevresel bir program değil aynı zamanda geleceğı şekillendirecek bir değışim planıdır. Bu plan, ticaret sisteminin yeniden düzenlenmesini ve yeni bir büyüme stratejisi oluşturulmasını öngörmektedir. Bu sayede, Avrupa Yeşil Mutabakatı yeni nesil bir sanayi devriminin öncüsü olarak kabul edilmektedir(Mirici ve Berberoğlu, 2022:157). Bu kapsamda AB, Avrupa Yeşil Mutabakatı ile iklim değışikliğı ile mücadele ederken eş zamanlı olarak kapsamlı bir ekonomik modelin de ana hatlarını ortaya koymaktadır(Aydınoğlu ve Özdemir, 2022:108). Gerçekten de; ekonomik açıdan bakıldığında, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın en önemli amaçlarından birisi de AB ülkelerinin rekabet gücünün artırılmasıdır (Şahin vd. 2021:211).

2008 küresel krizi, AB ekonomisini yeniden yapılandırmaya ve sürdürülebilir bir kalkınma modeli benimsemeye teşvik etmiştir. Yeşil ekonomi ve yeşil büyüme kavramları bu dönemde öne çıkmış ve AB, krizden çıkış planında yeşil teşviklere yer vererek enerji verimliliğı, yenilenebilir enerji ve düşük karbonlu teknolojiler gibi alanlarda yatırımları teşvik etmiştir. Krizden sonra AB, yeşil politikaları ve stratejileri uzun vadeli kalkınma planlarının merkezine yerleştirmiştir. 2010 yılında Avrupa 2020 Stratejisi başlatılmış ve sera gazı emisyonlarını azaltma, enerji verimliliğini artırma ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yapma hedefleri belirlenmiştir. 2030 ve 2050 yılları için de emisyon azaltma ve karbon nötr olma hedefleri belirlenmiştir. 2015 yılında COP21 konferansında kabul edilen Paris Anlaşması, AB'nin küresel liderlik rolünü pekiştirmiş ve uzun vadeli yeşil ekonomi stratejilerinin geliştirilmesine katkıda



bulunmuştur. AB, 2019 yılında Avrupa Yeşil Mutabakatı'nı (AYM) ilan ederek 2050 yılına kadar net sıfır sera gazı emisyonuna ulaşma hedefini resmi olarak belirlemiştir. AYM, tüm sektörleri kapsayan bir dönüşüm planı sunmakta ve enerji, ulaşım, tarım, sanayi ve binalar gibi alanlarda köklü değişiklikleri öngörmektedir. Covid-19 ve Rusya-Ukrayna savaşı gibi krizler, AB'nin yeşil dönüşüm hedeflerini zorlaştırsa da AB, REPowerEU planı gibi yeni girişimler ile enerji güvenliğini ve yeşil geçişi desteklemeye devam etmektedir. AB, 2020 yılı için belirlenen yeşil ekonomi hedeflerini büyük ölçüde gerçekleştirmeyi başarmıştır. 2030 ve 2050 yılı hedeflerine ulaşmak için AB'nin yeşil bütçesini artırması, üye ülkeler arasında koordinasyonu güçlendirmesi ve yenilikçi teknolojilere yatırım yapması gerekmektedir. AB, 2008 küresel krizinden sonra yeşil ekonomiye geçiş konusunda önemli adımlar atmıştır. AYM ile belirlenen 2050 yılı hedefi, AB'yi küresel iklim değişikliğiyle mücadelede lider bir rol oynamaya ve sürdürülebilir bir geleceğe doğru ilerlemeye devam ettirmektedir(Gevher ve Acet, 2023:247-248).

Paris Anlaşması, 2020 sonrası küresel iklim rejimini belirleyen ve ülkelerin gönüllü katkılarını esas alan bir anlaşmadır. Ancak, bu gönüllü katılım esasının bedavacılık sorununu beraberinde getirdiği eleştirilerine karşılık, anlaşmanın etkinliğini artırmak için bir iklim kulübü yaklaşımı benimsenmiştir. AB, düşük karbon yoğunluğuna sahip ülkelere oluşan bir iklim kulübüne dönüşmeyi hedeflemektedir. Bu çerçevede, karbon fiyatlandırma mekanizmalarına sahip olmayan ve düşük karbon yoğunluğuna sahip üretim biçimini gerçekleştiremeyen ülkelere karşı sınırda karbon düzenlemesi gibi uygulamalarla ithal edilen mallar üzerinden bir karbon fiyatı uygulanması öngörülmektedir(<https://commission.europa.eu E.T. 15/02/2024>).

Karbon vergisi, sera gazı emisyonlarını ton başına ücretlendirirken, Emisyon Ticaret Sistemi (ETS), belirli bir idari alandaki sera gazı emisyonlarını sınırlamayı hedefler. Ancak, karbon fiyatlandırma politikaları, karbon kaçağı riskini artırabilir. Bu durum, bir bölgede uygulanan karbon fiyatlandırma politikalarının olmadığı bölgelerdeki emisyon artışına yol açabilir, bu da haksız rekabete ve iklim değişikliği ile mücadelede olumsuz etkilere neden olabilir. Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın bir parçası olarak öngörülen Sınırda Karbon Düzenlemesi (SKD) mekanizması, karbon fiyatlandırma politikalarının olmadığı bölgelerden AB pazarına girecek ürünlere gümrükte karbon fiyatı uygulanmasını amaçlayarak bu kaçakların önlenmesini hedeflemektedir(Baydemir, 2021:27).

Sınırdaki karbon düzenlemesinin amacı, Avrupa Yeşil Mutabakatı'nın öngördüğü politikaların neden olacağı maliyet karşısında rekabetçiliğin korunması ve yatırımlar ile üretimin, emisyon azaltım hedefi AB ülkelerinden az olan ülkelere kaymasının önlenmesidir(Ticaret Bakanlığı, 2021:12). Sınırdaki karbon düzenlemesinin ülkelerin ticaret düzeyi ile birlikte küresel ticareti de etkileyecek olması, düzenlemeye reaksiyon göstermeyi ve uyum yönünde çalışmaları gerekli kılmaktadır. Gerçekten de, Türkiye’de bu alanda ilk çalışmaları ve stratejik dönüşüm planlarını hazırlayan resmi kurumlardan birisi Ticaret Bakanlığıdır (Diriöz, 2021:111).

AB’nin kapsamlı ve iddialı düzenlemeleriyle karbon emisyonlarının ciddi bir şekilde azalacağı düşünülse de, bazı yazarlar ve akademisyenler AB’nin 2030 hedeflerini tam olarak tutturmasının zor olduğunu belirtmektedir. İklim aktivistleri ise AB’nin geleceğe dönük hedeflerini yetersiz bularak karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik önlemlerin acilen alınmamasını eleştirmektedirler (Üstün, 2021:343).

## **2.7. İklim Değişikliği İle Uluslararası Mücadelede Bazı Zorluklar**

İklim değişikliği geleneksel iktisat anlayışına göre bir tür piyasa başarısızlığıdır. Bilindiği üzere, mal ve hizmetlerin üretilmesi sürecinde emek, sermaye, girişimci ve toprak olmak üzere dört temel üretim faktörü bir araya getirilir. Tam rekabet koşullarında, emek, sermaye, toprak ve girişimci gibi üretim faktörleri ile üretilen mal ve hizmetlerin arz ve talepleri piyasa mekanizması içerisinde dengeye gelerek “piyasa fiyatını” oluştururlar. Oluşan fiyat içerisinde, emeğe ödenen ücret, sermayeye ödenen faiz, toprağa ödenen rant ve girişimciye ödenen kar yer almakla birlikte serbest mal olarak değerlendirilen atmosfere depolanan CO<sub>2</sub> fiyatlandırılmadığından üretimin topluma sağladığı yarar ile maliyeti arasında dengesizlikler oluşmaktadır. İşte bu durum, ekonomik açıdan bakıldığında iklim değişikliğinin başlıca nedeni olarak görülmektedir. Dışsallıklar, bir ekonomik faaliyetin üçüncü taraflar üzerinde neden olduğu fiyat mekanizması tarafından piyasada karşılığı olmayan maliyetler veya faydalardır (Kahrıman,2020:107). İklim değişikliği bağlamında, negatif dışsallıklar ön plan çıkar. Bunun nedeni atmosfere depolanan CO<sub>2</sub>’nin neden olduğu iklim değişikliğinin bir maliyet unsuru olarak değerlendirilmesidir. Burada ortaya çıkan, bir yarardan ziyade zarar olarak karakterize edilir. Örnek vermek gerekirse, fosil yakıtların kullanımı sonucu atmosfere salınan sera gazları iklim değişikliğine neden olmaktadır. Ancak “iklim değişikliği” olarak ortaya

ıkan bu maliyetler genellikle fosil yakıtı üretenler ve tüketenler tarafından karşılanmaz. Bu kapsamda, dışsalılıkların içselleştirilmesi yani ortaya çıkan maliyetlerin piyasa mekanizması aracılığıyla taraflarca üstlenilmesi iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynar. Daha önce iklim değişikliği kadar karmaşık bir küresel ekonomik sorun yaşanmadığını belirten Sachs (2019:359-361), bunun insanlığın karşılaştığı en zor kamusal problem olduğunu ifade etmektedir.

İklim değişikliği ile mücadele gibi küresel bir işbirliği ile çözülebilecek bir sorunun çözümüne engel olan bazı dinamikleri iktisat teorisinde iyi bilinen bazı kavramlarla açıklamak mümkündür. Bunların ilki “Ortak Malların Trajedisi” olarak adlandırılan kavramdır. Biyolog Garret Hardin’in 1968 yılında yayımlanan makalesine dayanan bu yaklaşıma göre bir insan bencilce davrandığında en akılcı biçimde davranmış olur. Bu da, müşterek kaynakları olabildiğince kullanması anlamına gelir. Sonuç olarak müşterek kaynaklar uzun vadede bu davranış sonucu yok olacaktır. Ama yine de bencillik yapan kişinin kısa vadedeki kazancı, yol açtığı hasardan çok daha fazladır(Radkau,2017:121-122). Atmosferi ekonomik faaliyetler sonucunda salınan CO<sub>2</sub>’nin depolandığı bir küresel kamu malı olarak düşündüğümüzde, iklim değişikliğini açıklamak için de ortak malların trajedisi kavramına başvurmak mümkündür. Dünya’nın iklimi gerçekten de küresel bir mşterekdir. İklm bozulursa neredeyse herkes bu olumsuzluktan etkilenir. İklm değişikliğine neden olan eylemlerden elde edilen faydalardan ise bu eylemlerin sahibi olan bireyler faydalanır. İklm değişikliğinin ortaya çıkışını ortak malların trajedisi ile açıklamak mümkün görünüyorken, iklim değişikliğiyle mücadelede yaşanan başarısızlığı açıklarken ortak malların trajedisinin tam olarak uygulanamayacağını belirtenler de söz konusudur. Balıkçılık rneğinde, bir balıkçının balığa çıkmayıp teknesini limanda tutması durumunda, diğer balıkçılar biraz daha iyi bir ava sahip olacağından bundan yararlanmak için teknelerini denizde daha uzun süre tutacaklardır. Bu durumda, bir kaynağı aşır kullanmamayı seçme konusundaki kısıtlamanın hiçbir yararlı etkisi olmayacaktır. Çünkü diğerleri denizde bırakılan kaynağı çabucak kapacaklardır. Buna karşılık, bir kişi karbon emisyonlarını azaltmaya karar verirse, bu diğerlerinin daha fazla emisyonu neden olmasını teşvik etmez. Aksine, herhangi bir emisyon azaltımı, atmosferdeki sera gazı yükünü azaltır ve böylece iklim değişikliğini, dolayısıyla gezegenin zarar görmesini engeller. Bu, iklim değişikliği açısından bakıldığında Hardin’in örneklerinden farklı olarak, herhangi bir emisyon azaltımının yararlı olduğu anlamına

gelir(<https://ccs.sciences.ncsu.edu> E.T. 02/04/2024). Diğer yandan, nobel ekonomi ödülü sahibi Elinor Ostrom'a göre müştereklerin durumu trajik olmak zorunda da değildir. Doğal kaynak sorunlarının çözümü ne devlette ne de piyasadadır. İnsanlar doğal kaynakları yıllardır kendi kendini idare edebilen kurumlar oluşturarak idare etmektedir(Bowdon, 2022:238).

Kamu ekonomisinde tam kamusal malların iki temel özelliği vardır. Birincisi faydadan mahrum bırakamama, ikincisi tüketimde rekabetin olmamasıdır(Kirmanoğlu, 2017:120-121). Kısaca ifade etmek gerekirse, kamu malları herkesin kullanımına açıktır ve bir tüketicinin yararlanması diğerlerinin kullanımını engellemez. İklim değişikliği ile mücadele küresel ölçekte bir kamu yararadır çünkü bir ülkenin sera gazı emisyonlarını azaltma çabaları, diğer ülkelerin katılımına bağlı olmaksızın tüm dünyaya fayda sağlar. Ancak maliyetler genellikle bu politikaları uygulayan ülke tarafından karşılanır. Bu durum, bedavacılık (Free Rider) sorununu ortaya çıkarır. Bazı ülkeler maliyetleri üstlenmeden faydaları elde eder. Bu “dışlanamazlık” özelliği, ulusların kendi çıkarları doğrultusunda hareket etmelerine ve diğerlerinin çabalarından ötürü ortaya çıkan faydalardan yararlanmalarına yol açar. Bu durum, ulusal hedeflere kaynak yatırımı yapılmasını teşvik ederken, kolektif bir felaket riskini artırır: çevrenin sürdürülemez bir şekilde sömürülmesi. Mevcut uluslararası iklim yönetişimi mimarisi, bu bedavacılık sorununu ele almakta yetersiz kalır çünkü uluslararası anlaşmalar genellikle gönüllüdür ve taahhütlerin yerine getirilmemesini cezalandıracak güçlü teşviklerden yoksundur. Paris Anlaşması gibi mevcut uluslararası çabalar, yasal olarak bağlayıcı olmayan taahhütlerle çalışır ve bu da ülkelerin küresel ısınmayı sanayi öncesi seviyelerin 1.5°C üzerinde sınırlama hedefine ulaşmalarını zorlaştırır. Bu durum, iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili bir uluslararası işbirliği ve yasal yükümlülüklerin oluşturulmasının önemini vurgular([www.weforum.org](http://www.weforum.org) E.T. 02/04/2024).

Mahkumlar Çıkmazına (Prisoner's Dilemma) göre rasyonel bireyler, bunu yapmak kendi çıkarlarına uygun olsa bile işbirliği yapmayabilirler. Kişisel çıkarlarına öncelik vererek rasyonel davranan bireyler daha kötü bir genel sonuç yaratabilirler. İklim değişikliği, dünya çapında birçok kişinin, şirketin ve ülkenin bireysel eylemini gerektiren küresel bir sorundur. Maliyetler küreseldir ve dünyanın kolektif eylemlerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, gelecek nesilleri bugünden çok daha fazla etkileyecektir. Gerekli eylemler yıkıcı olduğu için çoğu insan başkalarının sorumluluğu üstlenmesine izin vermeyi seçerek bu

küresel sorunun çözümü için herhangi bir maliyete katlanmayacaktır (<https://www.schroders.com> E.T.18/05/2024.). Mahkumlar çıkmazı, bireylerin veya grupların kendi çıkarları doğrultusunda hareket etmelerinin, işbirliği yapmalarından daha kötü sonuçlar doğurabileceği bir durumu ifade eder. İklim değişikliği ile mücadele politikalarında bu ikilem, ülkelerin kısa vadeli çıkarlarını düşünerek sera gazı salımlarını azaltma yükümlülüklerinden kaçınmaları ve bu durumun uzun vadede tüm dünya için daha kötü sonuçlar doğurması şeklinde olumsuz bir etki yapar. Örneğin, bir ülke iklim değişikliğiyle mücadele için gerekli adımları atmayıp, diğer ülkelerin çabalarına güvenebilir. Eğer her ülke bu şekilde davranırsa, hiçbir ülke yeterli çaba göstermeyeceği için iklim değişikliğiyle mücadelede başarısız olunur. Bu, mahkumlar çıkmazının iklim değişikliği ile mücadele politikalarına nasıl olumsuz bir etki yaptığının bir örneğidir. Başkalarının çabalarına güvenerek, elde edilen faydalardan herhangi bir maliyete katlanmaksızın yararlanmak ise bedavacılık (free rider) olarak adlandırılan diğer bir sorundur. Bu durumda, mahkumlar çıkmazı ile bedavacılık sorunu iklim değişikliği ile mücadelede takınılan tavırlar yönüyle, esasında birbiriyle ilişkili ve iç içe gibi görünmektedir.

Kyoto Protokolü gibi iklim anlaşmalarındaki bedavacılık sorununu analiz eden Nordhaus (2015)'a göre, iklim değişikliğinin yapısı küresel bir kamu malı olarak değerlendirildiğinde özellikle bedavacılığa duyarlıdır. Azaltma maliyetleri ulusal iken faydalar küreseldir ve emisyonların nerede gerçekleştiğinden bağımsızdır. Ayrıca, azaltma maliyetleri bugün karşılanırken, azaltmanın çoğu gelecekte uzak bir zamanda gerçekleşir. Nordhaus, hedef karbon fiyatı ve ticaret yaptırımlarını bir araya getiren ve “İklim Kulüpleri” olarak adlandırılan uluslararası iklim anlaşmalarının önemli bir azaltımı teşvik edebileceğini belirtir. Uluslararası iklim anlaşmaları esasen gönüllüdür ve iklim değişikliğini yavaşlatma olasılığı çok azdır. Nordhaus'un bahsettiği İklim kulüpleri, bir anlaşmadır ve anlaşmaya taraf olan ülkelerin uyumlu bir şekilde salımlarını azaltmasını gerektirir. Burada öngörülen anlaşmanın ana koşulu hedeflenen uluslararası karbon fiyatının belirlenmesidir. Bu fiyat anlaşmanın merkezidir. Kulüp sisteminin en önemli özelliği anlaşmaya taraf olmayanların cezalandırılmasıdır. Bu ceza, taraf olmayanlar ülkelerin kulüp bölgesine ihracatında tek tip bir vergi tarifesinin uygulanması ile gerçekleştirilir. Kulübün diğer önemli tarafı, kendi çıkarları doğrultusunda hareket eden ülkelerin kulübe girmeyi tercih edeceği ve teşviklerin yapıları sebebiyle yüksek

düzeyde salım azaltma önlemleri alacakları stratejik bir durum yaratmasıdır(Kahn ve Zheng, 2018:210-211).

G7 ülkeleri Paris Anlaşması'nın etkin şekilde uygulanmasını desteklemek için İklim Kulübü kurma kararı almıştır. AB tarafından açıklanan “55’e Uyum Paketi” kapsamındaki sınırda karbon düzenlemesi sonrasında bir iklim kulübü beklentisi ortaya çıkmıştır. Bu karar, hem iklim kriziyle mücadelede hem de sanayi politikalarında yeni bir dönemin başlangıcı anlamına gelebilir(www.tskb.com.tr E.T. 15/05/2024). Dünya Enerji Konseyi'nin web sitesinde yer alan bir analize göre, mevcut uluslararası iklim anlaşmaları, özellikle Kyoto Protokolü ve Paris İklim Anlaşması gibi gönüllü düzenlemelere dayalı kusurlu bir yapı üzerine kurulmuştur. Bu anlaşmaların başarısızlığı, ulusların iklim değişikliğiyle mücadelede daha etkili bir mimariye ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, “İklim Kulübü” modeli, katılımcı ülkelerin emisyon azaltımı için uyumlu hedefler belirlemesini ve katılmayan ülkelere cezalar uygulanmasını önermektedir. Bu model, uluslararası iklim anlaşmalarında bedavacılık sorununu ele almayı ve küresel çabaların başarısız olmasını önlemeyi amaçlamaktadır. İklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası işbirliği, geçmişteki zayıf anlaşma yapıları nedeniyle başarısız olmuştur ancak bu, işbirliğinin başarısızlığa mahkum olduğu anlamına gelmez. Etkili bir iklim anlaşması için gönüllü düzenlemelerden güçlü teşvikler içeren bir yapıya geçiş yapılmalıdır. İklim Kulübü, uluslararası eylemleri koordine etmek ve küresel ısınmayı yavaşlatmak için güçlü adımlar atmayı hedefleyen bir uluslar koalisyonudur. Bu yaklaşım, geçmişteki yaklaşımlardan farklı olarak, güçlü ve eşgüdümlü uluslararası eylemi teşvik etmeyi amaçlamaktadır(www.dunyaenerji.org E.T. 15/05/2024).

## **2.8. Genel Değerlendirme**

Küresel iklim değişikliğinin sosyal, ekonomik ve ekolojik etkileri yaygın olduğu ve acil bir durum oluşturduğu için günümüzde küresel bir iklim krizinden bahsedilmektedir. İklim krizi, sanayi devrimi öncesi döneme göre yeryüzünün ortalama sıcaklığının artması sonucu ortaya çıkan küresel ısınmanın yarattığı krizdir. İklim krizinin etkileri öncelikle az gelişmiş ülkelerin, ada devletlerinin ve toplumun yoksul ve dezavantajlı kesimlerini etkilemektedir. En büyük zararı ise gelecek kuşaklar ve insan dışı canlı türleri görür. Bu nedenle, mesele aynı zamanda bir çevre ve iklim adaleti sorunu olarak tanımlanmaktadır

(Şahin, 2021:2013). İklim krizinin uluslararası boyutu, küresel bir iklim rejiminin doğmasına neden olmuş, BMİDÇS'nin kabulü iklim değişikliğiyle mücadelede uluslararası işbirliğinin sağlanarak başarılı olacağı yönünde umutları artırmıştır. İlerleyen süreçte Kyoto Protokolünün kabulü ile tasarlanan politik seçenekler ve azaltım yükümlülükleri birçok tartışmayı da beraberinde getirmiştir. Özellikle sera gazı emisyon hacminin büyük kısmından sorumlu ABD'nin Kyoto Protokolünü imzalamaması, iklim değişikliğinde tarihsel sorumluluğu olan bazı ülkelerin iklim değişikliği ile mücadele konusunda gayretlerinin yetersiz olduğu yönünde eleştirilere neden olmuştur. Gerçekten de, iklim değişikliği ile mücadelede uluslararası girişimlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan ve sonrasında hazırlanan Paris Anlaşması'nın da temellerini atan Kyoto Protokolü ve öngördüğü esneklik mekanizmaları adı altındaki piyasa odaklı yaklaşımlar belki de en çok eleştiriye maruz kalan konular arasında yerini almıştır. Kyoto Protokolüne yönelik en önemli eleştirilerden birisi, protokolün tasarım sürecindeki hatalar ve eksikliklerdir. Taraf ülkelerin sorumluluklarının açıkça tanımlanmaması, azaltım hedeflerinin 1990 yılı oranlarına göre belirlenmesi, azaltım kapsamına alınan sektörlerin sınırlı sayıda tutulması, belirlenen azaltım rakamlarının bilimsel verilere dayanmaktan ziyade siyasi müzakerelerle belirlenmesi gibi eksikliklerden söz etmek mümkündür (Çevre ve Orman Bakanlığı Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2008:6-8).

Kyoto Protokolünün öngördüğü esneklik mekanizmaları da ciddi eleştirilere maruz kalmıştır. Protokol ile emisyon salım sınırlarının belirlenmesi ve bu sınırların aşılmamasına yönelik kısıtlayıcı tedbirler yerine piyasa odaklı bir yaklaşım olarak emisyon ticareti öngörülmüştür (Çokgezen, 2007:99). Emisyon ticaretini oluşturan piyasada, “üretilmeyen” CO<sub>2</sub> miktarının alınıp satılması, bu piyasayı geleneksel mal piyasalarından ayıran en belirgin özelliktir(Engin, 2010b:35).

Kyoto Protokolünden sonra uluslararası iklim rejimini düzenleyen Paris Anlaşması, Kyoto Protokolü'nden farklı olarak hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin kendi belirledikleri emisyon azaltım hedefleriyle katılımlarını sağlayan yeni bir yapı sunmaktadır. Hibrid bir model olan bu Anlaşma, ülkelerin kendi ulusal koşullarına göre belirledikleri gönüllü hedeflerle “aşağıdan yukarı” yaklaşımını ve tüm taraflar için geçerli olan raporlama ve gözden geçirme sistemiyle “yukarıdan aşağı” yaklaşımını birleştirmektedir. Bu, “vaat ve izleme” prensibiyle çalışan bir sistemdir (<https://iklim.gov.tr> E.T. 04/12/2023). Ancak yeni rejim olarak sunulan Paris

Anlaşmasının nihai hedefi olan küresel sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutmayı mümkünse 1.5°C ile sınırlandırmayı başarmak mevcut durumda oldukça güç görünmektedir. IPCC 1.5°C Küresel Isınma Özel Raporuna göre iklim değişikliğine neden olan insan faaliyetlerinin bu şekilde devam etmesi durumunda 2030 ile 2052 yılları arasında ısınmanın 1.5°C'yi geçeceği belirtilmektedir(Tükel, 2023:55). Bu bağlamda, Paris Anlaşması mevcut taahhütleri itibariyle hedeflenen sıcaklık artışını tutturaktan oldukça uzak olduğu yönünde eleştirilere maruz kalmaktadır. Kaya (2017)'ya göre, Paris Anlaşmasının temel zayıflığı, anlaşmada belirtilen hedef ile bu hedefe ulaşmak için belirlenen ölçütler arasındaki büyük uçurumdur. Anlaşma sıcaklık artışını 2°C derecenin altında tutmayı mümkünse 1.5°C derece ile sınırlandırmayı hedeflemekle birlikte, taraf ülkelerin ulusal katkı beyanlarındaki taahhütleri yaklaşık 3.5°C-4°C'lik bir sıcaklık artışına karşılık gelmektedir(Kaya, 2017:100). Özellikle çalışmakta olan fosil yakıt endüstrisinden kaynaklanacak emisyonların bile ısınmanın 2°C'nin altında tutulması hedefine ulaşmaya engel olacağı(Pfeiffer vd. 2018), fosil yakıt endüstrisine devam eden yatırımların ise ısınmanın 2°C'nin altında tutulması hedefiyle tezat oluşturduğu (Tong vd. 2019), yapılan araştırmalarla ortaya konulmaktadır.

Carbon Majors adlı düşünce kuruluşunun Nisan 2024 yılında yayımladığı rapora göre çoğu fosil yakıt şirketi Paris Anlaşmasının kabulünden sonraki yedi yıl boyunca, kabulünden önceki yedi yıla kıyasla daha fazla miktarda fosil yakıt üretmiştir (carbonmajors.org E.T. 05/04/2024). Küresel Enerji Monitörü'nin (Global Energy Monitor) 2024 tarihli raporuna göre ise petrol ve doğalgaz endüstrisi, ısınmayı 1,5°C ile sınırlandırmak için yeni petrol ve gaz projelerine yer olmadığı konusunda fikir birliği sağlanmasına rağmen yeni alanlar geliştirmeye devam etme planlarında kararlılığını sürdürmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency) net sıfır yol haritasının 2021'de yayımlanmasından bu yana, 1,5°C senaryosunda yeni gelişmelere gerek olmadığını belirten açıklamalara rağmen en az 20,3 milyar varil petrol eşdeğeri yeni petrol ve gaz keşfi ilan edilmiştir. Rapora göre onaylanmış petrol ve gaz projeleriyle ilişkili rezervler hali hazırda dünyayı 1,5°C ısınmanın ötesine taşıyabilecek potansiyel emisyonlara sahipken petrol ve gaz destekçileri yeni projeleri onaylamaya ve daha fazla hidrokarbon rezervi aramaya devam etmektedir (globalenergymonitor.org E.T 29/03/2024). Bu durum “Yeşil Paradoks” olarak adlandırılan kavramı akıllara getirmektedir. (Sin, 2016:221-222), iklim değişikliği ile mücadele konusunda atılan



uluslararası adımlar, kamuoyundaki fosil yakıt karşıtı söylemler, gelecekteki olası daha radikal adımlar ve ortaya çıkan alternatif enerji kaynaklarının ivme kazanması gibi nedenlerle fosil yakıt kaynaklarını gelecekte iyi bir fiyata satma ihtimali azalan kaynak sahiplerinin bugün daha fazla fosil yakıt çıkararak ellerindeki kaynakları paraya çevirmek istemeleri sonucunda daha fazla fosil yakıtın piyasaya sürülerek yakıldığı dolayısıyla atmosfere daha fazla karbon salındığını ifade etmektedir. “Yeşil Paradoks” olarak adlandırılan bu duruma göre küresel ısınmayla mücadelenin gündeme gelmesi bile dünyanın daha fazla ısınmasına neden olmuştur

30 Kasım-12 Aralık 2023 tarihleri arasında Birleşik Arap Emirlikleri'nin Dubai şehrinde düzenlenen 28. Taraflar Konferansında (COP 28) yaklaşık 200 ülkeden müzakereciler ilk kez fosil yakıtlardan uzaklaşma ihtiyacını kabul etmişlerdir. BM İklim Değişikliği İcra Sekreteri Simon Stiell kapanış konuşmasında, “Dubai’de fosil yakıt çağını kapatmadık ancak bu sonuç sonun başlangıcıdır” ifadelerini kullanmıştır([www.un.org](http://www.un.org) E.T. 29/03/2024). İklim değişikliği konusunda fosil yakıt endüstrisinin kabarık siciline rağmen atılması gereken adımların ihmal edildiği hatta fosil yakıt endüstrisinin büyümeye devam ettiği görülmektedir. Banking On Climate Chaos (2024) tarafından düzenlenen bir rapora göre dünya çapındaki en büyük 60 banka, 2023 yılında fosil yakıt alanında faaliyet gösteren şirketlere 705 milyar ABD Doları tutarında finansman sağlamıştır. Böylece, Paris Anlaşması’ndan bu yana sağlanan finansman tutarı toplamda 6,9 trilyon ABD Dolarına ulaşmıştır ([www.bankingonclimatechaos.org](http://www.bankingonclimatechaos.org) E.T. 03/04/2024). İklim Haber web sitesinde yayımlanan bir habere göre Çin Endüstri ve Ticaret Bankası’nın (ICBC) kömür yatırımlarını sonlandırıp, enerji yatırımlarını yenilenebilir enerji üzerine yapması için çalışan “Go Clean ICBC” koalisyonu tarafından yayımlanan bir raporda dünyanın en büyük çok uluslu bankası olan ICBC’ nin fosil yakıt yatırımları artarken yenilenebilir enerji yatırımlarının yerinde saydığı hatta azalmakta olduğu ifade edilmektedir (<https://www.iklimhaber.org> E.T. 03/04/2024). Küresel fosil yakıt finansmanını izleyen bir sivil toplum örgütü olan Urgewald’ın araştırmasına göre ise 2022 yılında, Dünya Bankası ticaret finansmanının 3,7 milyar dolarının petrol ve doğalgaz sektörüne gittiği tahmin edilmektedir. Bu rakam Dünya Bankası'na atfedilen mevcut yıllık fosil yakıt finansmanının üç katından fazla bir artışa işaret etmektedir. Bu durum, Dünya Bankasının Paris İklim Anlaşması ile uyumlu olduğu yönündeki iddialara karşı ciddi şüpheler uyandırmaktadır (<https://www.urgewald.org> E.T. 03/04/2024).

Yaşanan gelişmeler, Paris İklim Anlaşması ile hedeflenen sıcaklık artışı sınırları içerisinde kalmanın oldukça güç olduğunu göstermektedir. Ortaya konulan bilanço, çabaların yetersiz kaldığını gösterdiğinden AB ülkelerinin sınırda karbon uygulaması ve önümüzdeki günlerde daha sık gündeme gelecek gibi görünen iklim kulüpleri yaklaşımlarının iklim değişikliği ile mücadelede bir fark yaratıp yaratmayacağı, ısınma patikalarının alacağı seyri belirleyeceğe benzemektedir. Bundan sonra atılacak adımlarla keskin emisyon düşüşlerinin gerçekleştirilememesi durumunda tartışmaların Paris Anlaşması ile hedeflenen sıcaklık artışlarından ne kadar uzaklaşılacağına yönelik tahminler üzerine yürütüleceği söylenebilir.

### 3. BÖLÜM: EKONOMİ VE ÇEVRE İLİŞKİSİ

Dağdemir (2015:7), çevre bilimcilerinin kullandığı anlamıyla çevre kavramının aslında tüm canlıların yaşamlarını sürdürdükleri dış ortam olarak bilinen biyosferi<sup>1</sup> belirttiğini ifade etmektedir. Biyosfer, tüm canlı varlıkları ve onların arasındaki ilişkileri kapsayan küresel bir ekolojik sistemdir. Bu sistem canlıların; litosfer (taş küre), hidrosfer (su küre), atmosfer (hava küre) ve kriyosfer (kutuplar ve donmuş toprak bölgeleri dahil olmak üzere suyun katı halde bulunduğu Dünya yüzeyi) gibi unsurlarla olan etkileşimlerini de içermektedir (Folke vd. 2011:719). Vernadsky, biyosferi yılda milyarlarca ton kütleyi hareket ettiren, işleyen ve geri dönüştüren Dünya'daki tek en büyük jeolojik kuvvet olarak tanımlamaktadır(<http://www-ssg.sr.unh.edu> E.T. 15/04/2024).

Ekonomi bilimi, kısıtlı olan kaynakların sınırsız insan gereksinimlerini nasıl karşılayacağını inceleyerek, bireylerin ve toplumların en yüksek seviyede refahını sağlayacak en uygun kaynak dağılımını araştıran beşeri bir bilim dalıdır. Bir ekonomide sınırsız olduğu varsayılan insan ihtiyaçları temel olarak mal ve hizmetlerle karşılanmaktadır. İnsan ihtiyaçlarını karşılayan bu mal ve hizmetlerin üretim ve tüketim süreçlerinde, üzerinde baskı oluşan hava, su, ormanlar gibi doğal kaynaklar yakın zamanlara kadar sınırsız kabul edilerek serbest mal olarak nitelendirilmiştir.

Bilindiği üzere, mal ve hizmetlerin üretilmesi için emek, sermaye, girişimci ve toprak olmak üzere dört temel üretim faktörü gereklidir. Geleneksel ekonomi anlayışında belirtilen bu üretim faktörlerinden sadece “toprak” kıt kaynak olarak değerlendirilmiş, ancak hava gibi diğer doğal kaynaklar serbest mal olarak nitelendirilmiştir. Tam rekabet koşullarında, emek, sermaye, toprak ve girişimci gibi üretim faktörleri ile üretilen mal ve hizmetlerin arz ve talepleri piyasa mekanizması içerisinde dengeye gelerek “piyasa fiyatını” oluşturmaktadır. Oluşan fiyat içerisinde, emeğe ödenen ücret, sermayeye ödenen faiz, toprağa ödenen rant ve girişimciye ödenen kar yer almakla birlikte serbest mal olarak nitelendirilen doğal kaynaklar fiyatlandırılmadığından üretimin topluma sağladığı yarar ile maliyeti arasında dengesizlikler oluşmaktadır. İşte bu durum, ekonomik açıdan

---

<sup>1</sup> Biyosfer terimi yeryüzü üzerinde yaşamın ortaya çıktığı alanı tanımlamak için ilk olarak Viyanalı jeolog Eduard Seuss tarafından 1885 yılında önerilmiş ve farklı bilim insanları tarafından farklı anlamlarda kullanılmış olsa da, terimin bugün kabul edilen haliyle kullanımı Vladimir İvanoviç Vernadski'nin(1863-1945)1926 yılında Rusça yayımlanan Biyosfer isimli kitabında inşa edilmiştir(Kautzleben ve Müller, 2014).

bakıldığında çevre sorunlarının başlıca nedeni olarak görülmektedir. Geleneksel ekonomi teorisinde piyasa aksaklığı (market failure) olarak adlandırılan bu durum özellikle, sanayi devriminden sonra yaşanan refah artışıyla beraber daha çok belirginleşen çevresel sorunlara dikkatleri çekmiştir. Bu çevresel sorunlardan birincisi doğal kaynakların tükenmesi diğeri ise çevre kirliliğidir. Bu durum ise geleneksel ekonomi teorisinin, doğal kaynakları sınırsız görmesi nedeniyle eleştirilmesine ve esasında sınırlı olan doğal kaynakların da ekonomi içerisinde dikkate alınması gerektiğinden yola çıkarak “doğal kaynaklar ekonomisinin” ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ayrıca, bir tür piyasa başarısızlığı olarak görülen çevre kirliliğinin bir ekonomi içerisinde niye ortaya çıktığı ve nasıl önlenebileceği soruları, “çevre ekonomisi” disiplininin gelişmesine neden olmuştur. Çevre ekonomisi, esasında ekonomik faaliyetlerin çevre üzerinde oluşturduğu olumsuz etkilere odaklanırken doğal kaynaklar ekonomisi, doğal kaynakların kıtlığına odaklanarak sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi için gereken optimal kaynak kullanımının nasıl sağlanacağını araştırmaktadır. Burada, doğal kaynaklara ilişkin bazı özellikler göz önünde bulundurularak ekonominin geleneksel analiz araçları doğal kaynaklara uygulanmak suretiyle bazı ekonomik çözümlemeler ve çıkarımlar elde edilmektedir. Oluşmasında insanoğlunun emeğinden bağımsız olarak doğa da kendiliğinden var olan; topraktan madenlere, rüzgardan her türlü canlıya kadar bütün unsurlar doğal kaynak olarak adlandırılmaktadır (Durman ve Önder, 2016:1). Doğal kaynaklar diğer girdilerle birlikte en temel ekonomik faaliyet olan üretim sürecine hammadde sağlamakta ve gerek üretim aşamasında gerekse üretilen ürünün tüketilmesi sonucunda “atık” adı verilen çevresel kirlilik kaynaklarını oluşturmaktadır. Geleneksel ekonomi teorisi, ekonomik faaliyetler sonucu ortaya çıkan ve gün geçtikçe insan refahını ve sağlığını olumsuz etkileyen hatta iklim değişikliği gibi küresel bir risk faktörü olarak insanlığı tehdit eden çevresel problemlerin analizi ve çözümüne yönelik yaklaşımlarını neoklasik iktisat teorisinin temel varsayımları ve yöntemleriyle ele almıştır. Böylece, neoklasik iktisat teorisinden ayrı düşünölemeyecek doğal kaynaklar ekonomisi ve çevre ekonomisi gibi iki alt iktisat disiplini ortaya çıkmıştır. Bu bölümde, öncelikle insanlık tarihi boyunca ortaya çıkan sosyal organizasyon biçimlerinin ekonomik faaliyetlerinin çevre ile olan ilişkisi özet halinde sunularak temel iktisadi düşünce okullarının ekonomi-çevre ilişkisine bakış açıları aktarılacaktır.

### 3.1. Sosyal Organizasyon Biçimleri ve Çevre

Ekonominin geçimlik faaliyetlerle sınırlı olduğu dönemlerde insanoğlu doğal çevre ile uyum içerisinde yaşamış ve tabiatın sunduğu imkanlardan faydalanırken doğal kaynaklar ve çevre üzerinde ciddi bir baskıdan söz etmek mümkün olmamıştır. Ancak ekonomik ve teknolojik gelişme ile birlikte bu durum değişmeye başlamıştır. Ekonominin çevreyle etkileşimini ekonomik büyümeyi mümkün kılan ve toplumların performansını temelden değiştiren iki temel köklü değişim boyutunda ele almak mümkündür. Birincisi, insan gruplarını avcılık ve toplayıcılıktan çiftçi ve çoban toplumlarına dönüştüren tarım devrimi, ikincisi tarımla uğraşan nüfusu azaltarak insanları hizmet ve mamul mal üreticisi durumuna getiren sanayi devrimidir (Dağdemir, 2015:9). Bu köklü dönüşümlerden ilki olan tarım devrimine kadar insanlar, avcı-toplayıcı yaşam biçimine uygun olarak çevresini etkilemekten ve dönüştürmekten uzak, daha çok çevresel faktörlerden (özellikle doğa güçlerinin) kaynaklanan imkanlar çerçevesinde doğaya hükmetmekten ziyade doğayla uyum içerisinde yaşamlarını sürdürmüşlerdir. Daha fazla kişinin bir arada kalmasını sağlayarak daha büyük aile yapılarının oluşması, maddi varlık birikimlerinin oluşması ve hem savunma hem de saldırı için örgütlenmeyi kolaylaştırmak gibi bir çok sosyal avantaj, yerleşik düzende yapılan tarımın ortaya çıkmasını sağlamıştır (Smil, 2023:43). İnsanlık tarihinde tarımın başlangıcı öylesine köklü değişimlere neden olmuştur ki, örneğin Paleoiklim uzmanlarından William Ruddiman Antroposen Çağ'ının tarımın başlamasıyla birlikte başladığını ileri sürmektedir (Erginsoy, 2022:72).

Özer (2021:73-88), ekonomik faaliyetlerin çevre ve kaynaklar üzerinde baskı oluşturma sürecini toplumların tarihsel gelişim evreleri çerçevesinde ele almıştır. Buna göre, insanlık tarihinde sosyoekonomik yaşam biçiminin avcı-toplayıcılık yaşam biçimi şeklinde sürdürüldüğü çok sayıda toplum bulunmuştur. Tarım ve sanayi, jeolojik zamanın görece son dönemlerinde ortaya çıktığından, insanoğlu yeryüzünde geçirdiği zamanın yaklaşık %99'unda besin ihtiyacını avlanarak, meyve, çiçek ve tohum toplayarak sağlamıştır. Avcı-toplayıcı toplumlarda toplum; meyve, bitki ve tohum toplayan, ilkel alet ve silahlarla çeşitli hayvanları avlayan göçebe bireylerden oluşmuştur. Kemik, taş, ahşap gibi malzemelerden aletlerini yapmışlar, doğaya hükmedecek teknolojileri gelişmediği için de, diğer türler üzerinde fazla baskı kuramamışlardır. Bu toplumlarda nüfusu belirleyen doğal güçlerdir. Dolayısıyla nüfusları fazla artmayan bu toplumların atıkları doğada kolaylıkla geri dönüşüme uğramış, doğa ekonomisine uygun bir yaşam

sergilemişlerdir. Her ne kadar Radkau (2017:79), avcı toplulukların ne dereceye kadar sürdürülebilirlik duygusuna sahip oldukları, yani avlakları aşırı tüketmeyip, yaban hayatının kendisini yenilemesine fırsat verme konusunda ne kadar hassas oldukları konusunda bugüne kadar uzlaşmış bir görüşün olmadığını belirtse de, genel olarak avcı-toplayıcı toplulukların doğaya saygı duymasının ve kendilerini doğanın bir parçası olarak görmelerinin sürdürülebilir bir yaşam tarzının temelini oluşturduğu söylenebilir.

Tarım toplumlarının ilk kez 10.000-6.000 yıl önce ortaya çıktığı düşünülmekle birlikte tarımın 11.700 yıl önce yeryüzünün birden fazla yerinde birbirinden bağımsız olarak ortaya çıktığı da düşünülmektedir. Tarım toplumlarında üretilen tarımsal ürünler avcı-toplayıcı dönemlerde toplanan bitkilerin yerini alırken, evcilleştirilen hayvanlar da avlanan hayvanların yerini almıştır. Tarıma geçiş insanoğlu için büyük bir değişimin başlangıcı olmuştur. Özellikle sabanın kullanılması tarım toplumlarına kendi kaderlerini kontrol etme fırsatı vermiş, böylece doğal besin kıtlığı ile sınırlanan alanlar aşılmıştır. Besin, ihtiyaç duyulandan fazla üretilmeye başlanınca insan nüfusu hızla artmaya başlamış, tarım yapmak için daha az insanın çalışmasının yeterli olduğu anlaşıldığında birçok insan kent ve şehirlerde yaşamaya başlamış, böylece şehirler ticaretin yönetimin ve dinin merkezleri haline gelmiştir. Şehirleşme ile birlikte başlayan küçük çaplı sanayi; taş, odun, metal gibi doğal kaynaklara daha büyük bir talep yaratmıştır. Verimli alanlar, aşırı otlatma, kerestecilik ve uygunsuz tarım uygulamaları ile harap edilmiştir. Kısaca, tarım toplumları ilk başlarda doğayla uyumlu bir şekilde varoluşunu sürdürürken gerçekleşen ilerlemelerle birlikte, çevre için büyük bir baskı unsuru olmaya başlamıştır. Tarımdaki gelişme nüfusu hızla artırarak ticaret çağını başlatmıştır. Ticaretin gelişmesiyle, doğal kaynak talebi artmış ve oluşan atıklar şehirlerin dışında birikmeye başlamıştır. Bu süreçte, tarıma dayalı yaşam tarzı doğanın zenginlik kaynağı ve kontrol edilmesi gereken bir güç olarak görülmesine neden olmuştur. Tarım toplumu, atalarının doğayla olan bağlarını kaybederek nüfuslarını artırmaya devam etmiş ve bu süreçte insanı, tarımı ve ekonomiyi destekleyen doğal sistemler giderek daha az sürdürülebilir hale gelmiştir. Foster (2023:35), 10.000 yıl önce tarımın gelişiminden başlayarak, üretimin toplumsal örgütlenişinin bütün biçimlerinin çevre yıkımına katkıda bulunduğunu ifade etmektedir.

El emeğiyle yapılan küçük çaplı üretimden, makine gücüyle yapılan büyük çaplı üretime geçiş, Sanayi Devrimi olarak adlandırılmaktadır. Bu devrim, 1700'lerde İngiltere'de,

1800’lerde ise Amerika’da kendini göstermiştir. Yeni teknolojiler ve fosil yakıtların aşırı kullanımı, Sanayi Devrimi’nin temelini oluşturmuştur. Üretimde daha fazla enerji, daha az işgücü kullanılmaya başlanmıştır. Ürünlerin seri üretimine geçilmiş, daha fazla mal daha fazla insana ulaşabilmiştir. Bu mallara talep arttıkça, sanayileşme de hız kazanmıştır. Şehirlere yakıt, besin, mineral ve kereste akışı artmış, ekonomik çıktılar yükselmiş, fakat duman, kül ve atıklar da çoğalmıştır. Modern tarımda da makine gücünün kullanımı, gübre ve pestisitlerin yaygınlaşması, ürünlerde büyük artışlara yol açmıştır. Yeni ilaçlar ve enfeksiyon hastalıklarının kontrol altına alınması, insan ömrünü uzatarak yeni bir nüfus patlamasına neden olmuştur. Tarım toplumlarına geçişte olduğu gibi, sanayi toplumlarına geçişte de doğayla ilişkimiz yeniden şekillenmiştir. Şehir yaşamının sunduğu imkanlar, doğayla yakın ilişkide olan insan sayısını azaltmıştır. İnsanoğlu doğadan uzaklaştıkça doğa üzerinde kontrol kurma arzusu ve bireysel refah ön plana çıkmıştır. Bu süreçte insanlık daha iyi beslenmeye, daha uzun ve sağlıklı yaşamaya, daha fazla tüketim yapmaya başlamıştır. Fakat bu refah artışının bedeli zamanla ortaya çıkmıştır. Artık çevre sorunları gün geçtikçe ciddileşmekte, sürdürülemez yaşam tarzları yaygınlaşmaktadır. Büyüyen nüfus, insan gereksinimlerini karşılayacak doğal sistemleri tehdit etmektedir.

II. Dünya Savaşı sonrası sanayileşmenin hızla yayılması, günümüzün gelişmiş sanayi toplumlarını yaratmıştır. Bu gelişmenin en belirgin özelliği, üretim ve tüketimin artmasıyla birlikte toplumun her alanında kaynak ihtiyacının da artmasıdır. Enerji tüketiminde ciddi bir artış yaşanmış, bu durum aşırı fosil yakıt kullanımına ve hava kirliliği sorununa yol açmıştır. Su kirliliği ve CO<sub>2</sub> salımı da artan sanayileşmenin beraberinde getirdiği diğer büyük problemlerdir. Plastik gibi sentetik maddelerin kullanımı da kirliliği artıran önemli bir faktördür. Gelişmiş sanayi toplumlarının bir diğer özelliği ise, doğanın tanımadığı yeni maddelerin ve ürünlerin çevreye dahil olmasıdır. Modern sanayi toplumlarında ana tema, doğanın üzerindeki baskıdır. Kısacası; tüketim ve üretimin artmasıyla doğal kaynaklar üzerinde olan baskı artmış, yeni kimyasallar ve sentetik ürünler yaygınlaşmıştır. Bu dönemde tarımdan enerji üretimine, su temininden atık yönetimine kadar birçok alanda sürdürülebilirliğin ne kadar mümkün olduğu ciddi bir endişe konusu olmaya başlamıştır.

| Sosyal Sistem                  | İnsan-Çevre İlişkileri Bağlamında Tipik Özellikleri                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Avcı-Toplayıcı-Çürükçül Toplum | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Göçebe ya da yarı göçebe bir yaşam</li> <li>2.Zeka kullanımı-alet yapma</li> <li>3.Çevreyi iyi tanıma</li> <li>4.Yenilenebilir kaynak kullanımı</li> <li>5.Çevre baskısı az</li> <li>6.Sağlıklı yaşam, iyi beslenme, düşük hastalık oranları</li> <li>7.Ateşi yoğun kullanmaya başladıktan sonra başlayan çevreye zarar verme</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Tarım Toplumu                  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Yerleşik yaşam</li> <li>2.Verimi artırmak üzere teknoloji kullanımı</li> <li>3.Yerli bitki ve hayvan bilgisi</li> <li>4.Kaynakları kötü kullanım</li> <li>5.Küçük ölçekli zararsız tarım yerine teknolojik tarım ile artan ekosistem baskısı</li> <li>6.Nüfus artışı ve bulaşıcı hastalıkların artıcı</li> <li>7.Tarım, aşırı otlatma, ağaç kesimi ile çevre zararları</li> <li>8.Kötü beslenme</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                  |
| Sanayi Toplumu                 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.Dört farklı dönem (Su ve buhar gücü, elektrik gücü, bilgisayar ve otomasyon, sana fiziksel sistemler)</li> <li>2.Yeni teknoloji, yoğun enerji kullanımı</li> <li>3.Kütle üretimi, teknolojik tarım</li> <li>4.Doğal kaynakların tüketimi</li> <li>5.Hızlı nüfus artışı</li> <li>6.Fazla ürün, boş zaman, ilk ticaret</li> <li>7.Kirlilik, biyoçeşitliliğin azalması, atık üretimi</li> <li>8.Yeni hastalıklar (ülser, kalp-damar hastalıkları, mental hastalıklar, virütik hastalıklar vb.)</li> <li>9. Sanayi, tarım ve popülasyon baskısından kaynaklanan yaygın çevre zararları</li> <li>10.Doğanın tahakkümü</li> </ol> |

**Tablo 10:** İnsan Sosyal Sistemlerinin Özellikleri

**Kaynak:** Özer (2021:75)

Tablo 10, yukarıda bahsedilen sosyo-ekonomik örgütlenme biçimlerinin çevre ile olan ilişkilerini özet halinde göstermektedir. Tablodan da anlaşıldığı üzere, tarım toplumuna geçiş ile birlikte insanoğlunun doğa ile olan ilişkisi değişmeye başlamış ve gerek doğal kaynaklar üzerinde oluşan baskı gerekse çevre üzerinde oluşan insan etkisi baskın rol oynamaya başlamıştır. Sanayi toplumuna geçiş ise bu süreci giderek hızlandırmıştır.

### 3.2. İktisatta Çevre Düşüncesinin Gelişimi

Ekonomi ile çevre arasındaki ilişkiyi ekonomi tarihi açısından incelediğimizde, çevrenin ekonomi içerisinde yerini almasının fizyokratlara dayandırılabilceği görülür (Gürler vd. 2017:46). 15. Yüzyılın ikinci yarısından 18. Yüzyıla kadar devam eden merkantilist anlayış(Aydemir ve Güneş, 2006:137), zenginliğin kaynağını değerli madenlerin



biriktirilmesinde bulmuş, bu dönemde altın ve gümüş gibi madenlere sahip olmanın bir devletin gücünün göstergesi olduğu görüşü hakim olmuştur. Merkantilizm sonrasında ortaya çıkan fizyokrasiye göre ise üretken olan tek alan tarımdır. Fizyokratlara göre “zenginliğin tek kaynağı topraktır”(Burkett, 2011:36). Doğanın egemenliğini savunan bu görüş, ekonomik sistemini doğal düzen çerçevesinde açıklamıştır. Fizyokratlara göre bir ekonomik sınıfın verimli olması, o sınıfın üretim aşamasında girdilerinden daha fazla çıktı üretmesine bağlıdır. Toprak, doğal düzene uygun olarak fazla değeri yaratan tek kaynaktır. Dolayısıyla, tek üretken sektör tarım olduğundan diğer ekonomik faaliyetler kısır kabul edilmiştir. Fizyokratlarda doğaya karşı olan büyük hayranlığı görmek mümkündür. Doğanın doğurganlığı yalnızca tarımda görüldüğünden tarım doğal düzenin bir parçası sayılırken sanayi, ticaret gibi diğer ekonomik faaliyetler doğurgan olmadığı için doğal düzene uygun görülmeyerek kısır sektörlerden sayılmıştır(Günay vd. 2018:56-57).

Klasik iktisat okulu temel olarak serbest piyasaların verimliliğine ve ekonomilerin kendi kendini düzenleyen doğasına odaklanmıştır. Klasiklere göre piyasalar, mümkün olduğunca az devlet müdahalesiyle en iyi şekilde işlemektedir. Klasik iktisatçılar, günümüzde anladığımız şekliyle çevresel sorunları açıkça ele almamışlardır. Ancak, Malthus, Ricardo, Mill ve Marx gibi klasik iktisatçılar, ekonomik faaliyetlerin çevre tarafından sınırlandırıldığının farkına varmışlardır(Munda,1995:17). Örneğin, Thomas Malthus’a göre nüfus geometrik olarak artarken besin gibi geçimlik ürünler aritmetik olarak artmaktaydı. Malthus, nüfus artışının sınırlanmaması durumunda nüfusun çok kısa bir süre içerisinde ikiye katlanabileceğini ileri sürmüştür (İslamoğlu ve Akkuzu, 2023:17-18). Malthus’un nüfus artışı teorisine göre insan nüfusu her 25 yılda bir iki katına çıkacak ve sınırlı toprak kaynağı olan gıda üretiminin artan nüfusa ayak uyduracak kadar hızlı arttırılması mümkün olamayacaktır(Hritonenko ve Yatsenko, 2013:266). Malthus, nüfus baskılarının gıda ve arazi gibi çevresel kaynakları zorlayacağını, buna bağlı olarak kıtlık ve sosyal istikrarsızlığın ortaya çıkacağını vurgulamıştır. Benzer şekilde, David Ricardo’nun rant teorisi de dolaylı olarak çevresel düşüncelere değinmektedir. Çünkü, farklı üretkenlik ve kıtlığa dayalı arazileri ele alan Ricardo’nun rant teorisi, kaynakların sonsuz olmadığını ve bu durumun ekonomik sonuçları etkileyebileceğini kabul etmektedir.

Klasik iktisat doğrudan çevre-ekonomi ilişkisini ele almasa da, temel prensipleri ve varsayımları çevresel sürdürülebilirlik için bazı sonuçlar doğurmaktadır. Klasik iktisat, ekonomik büyümeye ve serbest piyasaya büyük önem vermektedir. Klasik iktisatın ekonomik büyümeye bakış açısı ekonomi-çevre ilişkisi hakkında bazı ipuçları vermektedir. Buna göre modern ekonominin kurucusu sayılan Adam Smith, öncelikli olarak iktisadî büyüme ile ilgiliydi. Smith'e göre iktisadi büyümenin temel yönleri işbölümü ve piyasa büyüklüğüydü. İşbölümü ile birlikte ortaya çıkan uzmanlaşma sayesinde emek daha vasıflı hale gelir ve makineler üretimin rutin yönlerini devraldıkça emeğin üretkenliği artar. Smith'in öngörüsüne göre artan işbölümü ve genişleyen piyasa büyüklüğü birbirini olumlu şekilde besleyen eğilimlerdir. Daha geniş bir piyasa, daha ayrıntılı bir işbölümünü mümkün kılar. Bu, üretkenliği ve gelirleri artırırken ulaşım alanında yatırımı ve nüfus artışını teşvik eder ve böylece piyasayı genişletir. Bu iki olgu, birbirini olumlu yönde besleyen ve yukarı doğru kıvrılan, sürekli bir döngü oluşturur. Smith'e göre, hükümetlerin yatırımlara müdahale etmeden bu süreci teşvik etmeleri gerekmektedir. Büyüme döngüsü, hem işçilere hem de kapitalistlere fayda sağladığı için her zaman olumlu olarak görülmektedir. Kapitalistler, yatırımlarından en yüksek seviyede kar etme konusunda serbest bırakılmalıdırlar; bu da sermayenin büyümesine ve işçilere olan talebin artmasına, dolayısıyla da ücretlerin yükselmesine yol açacaktır. Smith'e göre, ekonomik büyüme doğal olarak gerçekleşen bir süreçti ve kısıtlayıcı hükümet politikaları olmadığı sürece kendiliğinden gelişmeye devam edecektir. Thomas Malthus ise 1799'da yayımlanan "Nüfusun İlkeleri Üzerine bir Deneme" adlı kitabında Smith'ten farklı olarak oldukça karamsar bir görüşe sahipti. Malthus, sermaye birikiminin uzun dönemde işçilerin refahına katkı sağlayacağından şüpheliydi. Malthus'a göre reel ücretteki artış işçilerin yaşam standartlarını yükseltip gerek daha erken evlenmelerini teşvik ederek, gerekse bebek ölümlerini azaltarak nüfusta bir artışa neden olacaktır. Artan nüfus, işgücü piyasasında rekabete neden olacağından reel ücretleri, nüfus artışını istikrara kavuşturacağı noktaya dek düşürecektir. Bu demografik dengedeki reel ücret, ücretlerin geçici olarak etrafında dalgalandığı bir doğal ücret seviyesini oluşturmaktadır. David Ricardo ise 1817'de yayımlanan "Politik İktisadın ve Vergilendirmenin ilkeleri" adlı kitabında Malthus'un fikirlerini rantın verimli toprakların kısıtlı miktarda olmasından kaynaklandığını ortaya koyan kendi teorisiyle birleştirmiştir. Ricardo'ya göre, sermaye birikimi ve nüfus artışı eninde sonunda tüm verimli toprakları kullandığında, gıda fiyatları

yükseldiğinde ve durağan durum adını verdiği bu koşullarda kar oranı sıfıra düştüğünde Smith'in büyüme döngüsü ortadan kalkmaya mahkumdur(Foley ve Michl, 2015:18-20). Malthus ve Ricardo, “çevresel sınırlara” ilişkin düşüncelerini, verimli tarım arazisi arzındaki sınırlamalar ve dolayısıyla tarım üretiminde azalan verimler açısından ifade etmişlerdir. Malthus’a göre mevcut olan sabit miktarda arazi (mutlak kıtlık sınırı), nüfus arttıkça azalan verimlerin kişi başına gıda arzını azaltacağı anlamına geliyordu. Böylece, yaşam standartları geçimlik seviyeye düşecek ve nüfus artışı duracaktı. Ricardo’nun daha karmaşık ekonomik modelinde, kaynak kıtlığı nedeniyle ekonomik büyüme yine uzun dönemde sona eriyordu. Ancak bu kez, azalan verimler mutlak kıtlık nedeniyle değil, daha çok mevcut arazinin kalitesinin değişmesi ve toplumun giderek daha az verimli arazilere yönelmek zorunda kalması nedeniyle ortaya çıkmaktadır (Pearce ve Turner, 1990:6-7). Malthus’un aksine Ricardo, rantın mutlak verimliliğe göre değil göreceli verimliliğe orantılı olarak belirlendiğini savunmaktadır(Lackman, 1976:293). Ricardo ve Malthus’un kıtlık hakkındaki görüşleri arasında önemli farklar bulunmaktadır. Ricardo, kıtlığı tarımsal arazinin ortalama kalitesindeki azalma olarak ele almaktadır. Ancak Malthus, tarımsal alan arzının sabit olmasına dayanarak kıtlığı açıklamaktadır. Ricardo, sermaye birikimi arttıkça artan gıda talebinin öncelikle daha verimli tarım yöntemleri kullanılarak karşılanabileceğini, ardından ise verimliliği azalan toprakların işlenmesine geçilerek talebin karşılanabileceğini savunmaktadır. Öte yandan, Malthus’un teorisinde, nüfusun geçim araçlarıyla denk hale gelmesi istenen bir denge durumu iken, Ricardo’nun analizinde birikim sürecinin gelişmesi bu denge durumunun zorunlu bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak, her iki analizin de vurguladığı temel nokta, “doğal sınır” olarak adlandırılan bir noktaya ulaşmaktadır. Her iki teori de, nüfus ile gıda maddeleri arasında (farklı yollarla olsa da) kurulan ilişki sonucunda ulaşılan bir denge, bir üretim sınırı olduğunu belirtmektedir (Uzunyayla, 2016:49-50). Tekrar belirtmek gerekirse, Malthus’a göre toplumun bir kesiminin sürekli olarak geçimlik düzeyin altında yaşamını sürdürmesine neden olan faktör, gıda üretimine elverişli tarım alanlarının mutlak kıtlığıdır(Aktaş, 2013:176). Kaldı ki, Malthus’un aşırı nüfus artışına karşılık gıda arzındaki sınırlılığın ekonomik büyümeyi durduracağı şeklindeki görüşleri “nüfus tuzağı” olarak ifade edilmektedir (Tapşın, 2021: 416).

Klasik iktisat düşüncesinin bir diğer temsilcisi olan J. Stuart Mill, Malthus ve Ricardo’nun düşüncelerinden etkilenmiştir. Ancak Mill, diğer klasik iktisatçılardan farklı

olarak daha iyimser bir görüşe sahiptir. Ona göre, ekonomik büyüme doğası gereği devam eden bir süreçtir ancak her büyüme dönemi doğal bir denge noktasına ulaşır. Bu noktada, doğal kaynakların sınırlarına ulaşılır ve insanlar istenen refah seviyesine ulaşır. Bundan sonra ortaya çıkan gelir ve refah sorunları, üretim artışı ve büyümeyle değil, gelir dağılımıyla ilgilidir(Günsoy, 2013:18). Bu durum, temelleri John Stuart Mill'in "Politik Ekonominin İlkeleri" adlı eserinde ifade edilen "durağan durum" ekonomisinden başka bir şey değildir (Anderson, 2012:78-79).

Adaman ve Özkaynak (2002:126)'a göre, Marksist okulun ne orijinal haliyle ne de revize edilmiş versiyonlarında çevresel bozulmanın tanımı açıkça ele alınmamıştır. Ancak Marksistler, kapitalist üretim süreçlerinin sonuçlarının doğaya zarar vereceği konusunda hemfikirlerdir. Marx'a göre kapitalist üretim biçimi insanın doğa üzerinde hakimiyetini gerektirmektedir(Foster, 2023:68). Karl Marx (1818-1883), ilerlemenin insanlık tarihinde var olan doğal bir gelişim süreci olduğuna inanıyordu. İlerlemeyi, doğanın sömürülmesi yoluyla sağlanan maddi ve teknolojik ilerleme olarak tanımlıyordu. Siyasi devleti doğadan ayrı, "doğal" çevreye alternatif olarak yaratılmış bir olgu olarak görüyordu. Doğa, bilimle insanileştirilerek, içsel değer kullanım değerine dönüştürülebilmesi içindi. Marksist analize göre modern kapitalist ekonomik sistemler üretim testini geçemez, yani sürdürülebilir değildir ve sürdürülemezliğin bir kaynağı da çevre tahribatıdır. Ekonomik güç, sömürü ve toplumu kapsayan iki sınıfı içeren diyalektik süreç, kaçınılmaz bir çevre tahribatı sürecinin kökenindedir ve bu da kapitalizmin başarısızlığına katkıda bulunur. Marksist bir ekonomik modelde, kısa vadede işgücü verimliliğini ve toplam artık değeri artırmak için "işçi tasarruflu" yenilikler arayan rekabetçi kapitalistler olacaktır. Bu, kâr oranını ve sermaye birikimini yükseltir. Ancak, uzun vadede yeni teknolojiler, hem ortaya çıkan atığın neden olduğu kirliliği hem de dayanıklılığını arttırdıkça çevreye ağır bir maliyet yükü getirecektir(Pearce ve Turner, 1990:8-9).

Özetle, klasik iktisat doğrudan çevre-ekonomi ilişkisini ele almasa da, temel prensipleri ve varsayımları çevresel sürdürülebilirlik için bazı sonuçlar doğurmaktadır. Klasik iktisattaki büyümeye odaklanma durumu Malthus, Ricardo ve Marx'ta bazı çevresel sınırlamalarla karşılaşmaktadır. Özellikle Malthus ve Ricardo'nun modelleri, sonuçları itibarıyla klasik iktisata "kasvetli bilim" unvanını kazandırmıştır. Bu modeller, nüfus artışı, aşırı tüketim ve çevresel bozulma konusunda çevre bilimciler tarafından

savunulurken, on dokuzuncu yüzyılda yaygın olan ilerleme inançlarıyla çeliştiğinden ana akım iktisatçılar tarafından eleştirilmiştir(Costanza vd. 2015:33-34). Ancak genel olarak bakıldığında, klasik iktisat çoğunlukla serbest piyasanın ve bireysel karar alma süreçlerinin desteklenerek devlet müdahalesini asgari düzeyde tutulması şeklinde ifade edilmektedir. Ekonomik büyümeye ve piyasaların genişlemesine odaklanma, doğal kaynakların ve çevrenin ekonomik genişlemeyi desteklemek için aşırı kullanımına kapı araladığından bu durumun doğal kaynakların sınırlı olmasıyla ve çevresel sürdürülebilirliğin gereksinimleriyle uyumlu olmadığı ortadadır. Klasik ekonomistler, serbest piyasaları ve bireysel karar alma süreçlerini destekleyerek devlet müdahalesini minimumda tutmayı savunurlar. Bu düşünce okulunun zımni çıkarımlarından birisi; devletin sınırlı rolü nedeniyle, çevresel düzenlemeler ve denetimler olumsuz değerlendirilebilir; çünkü bu müdahaleler piyasa güçlerine müdahale etmek ve ekonomik büyümeyi engellemek olarak görülebilmektedir. Klasik iktisatçılar, doğal dünyanın sınırlarını ve çevresel bozulma potansiyelini yeterince dikkate almamıştır. Ekonomik büyümeye odaklanmak, uzun vadeli çevresel sonuçları göz ardı eden kısa vadeli kararlara yol açabilir. Klasik iktisat, kirlilik ve kaynak tükenmesi gibi ekonomik aktiviteyle ilişkili olumsuz dışsallıkları genellikle göz ardı etmiştir.

Günümüzde, iktisat disiplinine hakim olan teorik yapı ve analiz yöntemleri temel olarak “Neoklasik İktisat” olarak adlandırılan yaklaşım ile temellenmektedir. Bilir (2018:665-667), neoklasik iktisadın bazı çalışmalarda; Walras, Jevons, Menger, Marshall gibi belli düşünürler ve “denge”, “metodolojik bireycilik”, “matematiksel yöntem”, “rasyonalite” gibi kavramlarla ilişkilendirilirken, bazı çalışmalarda belirli bir tarihsel dönem ile ilişkilendirilerek tanımlandığını belirtmektedir. Tüm bunlara karşılık Bilir (2018), neoklasik iktisadın esas olarak; evrimsel süreci dikkate almama, metodolojik bireycilik, rasyonel bireyler, fayda temelli analiz, modelleme ile matematiğin önemi ve dengeye yönelim olmak üzere altı ortak özellikle tanımlanabileceğini ifade etmektedir. Bu çerçevede, neoklasik iktisat, rasyonel bireylerin fayda veya kâr maksimizasyonu amacıyla hareket ettiği ve iktisadi süreçlerin her zaman dengeye doğru ilerlediği statik bir analiz yöntemi olarak tanımlanabilir. Bu tanım ve özellikler, neoklasik iktisadı belirli düşünürlerle veya dönemlerle özdeşleştirmemektedir ancak belirli bir analiz yöntemini ifade etmektedir.

Neoklasik iktisatla özdeşleşen analiz yöntemleri esasında, marjinal analiz ve “kıtlık” kavramıyla birlikte elmas-su paradoksuna (değer paradoksu) çözüm bulmuştur. Kıtlığa odaklanma, piyasanın hem arz hem de talep tarafının birlikte analiz edilmesini sağlayarak bir malın arzı ile talebinin denge piyasa fiyatını belirlediği sonucuna ulaşılmıştır. Neoklasik iktisat teorisine göre rasyonel bireyler, fayda maksimizasyonu peşinde koşarken aynı zamanda toplumsal refahı da sağlamaktadır. Homo-economicus olarak nitelendirilen rasyonel bireylerin tercihleri, yaptıkları seçimlerle ortaya çıkmakta ve bu piyasalara “rasyonel hareket” olarak yansımaktadır. Toplumsal olarak fayda maksimizasyonu kriteri genellikle Pareto Optimumu olarak ifade edilmektedir. Pareto optimumu, bir bireyin refahını düşürmeden başkasının refahını artırmanın mümkün olmadığı durum olarak tanımlanmaktadır. Rekabetçi piyasa dengesi, belirli varsayımlar altında (dışsallıkların olmaması gibi) bir pareto optimumdur ve bu aynı zamanda bir refah dengesi durumudur.

Neoklasiklerin refah ekonomisi analizinde piyasa mekanizmasının hiçbir engelleme olmaması durumunda bile üretim faktörlerinin üretim alanları arasında optimum dağılımı sağlaması (etkin kaynak tahsisi) piyasa başarısızlığı (market failure) durumlarında mümkün olmamaktadır (Dinler, 2012:581). Piyasa başarısızlıklarından birisi de dışsallıklardır. Dışsallıklar, bir veya daha fazla ekonomik aktörün eylemlerinin, diğerleri için tazmin edilmeyen fiziksel/gerçek ekonomik sonuçlara yol açmasıyla ortaya çıkmaktadır (Vatn ve Bromley, 1997:137). Dışsallıklar, pareto optimal olmayan kaynak tahsislerine yol açar. Çevre kirliliği yaratan bir firma örneği bunu açıkça gösterir. Bu firmanın zararlı emisyonlarından etkilenen kişiler, emisyonları azaltmak veya engellemek için filtreler veya diğer araçlar kurmak için maliyetleri paylaşmaya karar verirse ve bu sayede refah kazançları kayıplarından fazlaysa genel refah artar. Bu, pareto optimal bir kaynak tahsisine yol açar. Başlangıçtaki durum, tam rekabet dengesi olsa bile, pareto optimumuna denk gelmeyebilir (Benicourt ve Guerrien, 2017:132). Refah analizindeki bu eksiklik A.C. Pigou tarafından 1920 yılında yayımlanan “Refah Ekonomisi” adlı eser ile doldurulmaya çalışılmıştır. Literatürde, çevre kirliliği gibi negatif dışsallıkları içselleştirmek için önerilen uygulamalardan ilki negatif dışsallığa neden olanlardan neden oldukları negatif dışsallık kadar vergi alınması anlamına gelen Pigoucu vergilendirmedir. Diğerleri ise, Ronald Coase’ın 1960 yılında yayımladığı “Ortak Maliyet Sorunu” adlı makalesinde önerdiği ve mülkiyet haklarının net bir şekilde tanımlandığı ve işlem

maliyetlerinin olmadığı durumda tarafların pazarlık yoluyla dışsallıkların giderilebileceğini ileri sürdüğü “Coase Teoremi”dir.

Neoklasik iktisat yaklaşımı ile yenilenemeyen enerji kaynaklarının optimal tüketimini zamanlar arası bir bakış açısıyla inceleyen Hotelling (1931), kaynakların tüketiminin yatırım kararı almaya etki eden faiz oranlarına bağlı olarak nasıl gerçekleştiğini gösteren Hotelling Kuralını ortaya koymuştur(Öztürk, 2007:55). Böylece, gerek ekonomik faaliyetler nedeniyle ortaya çıkan negatif dışsallıkların giderilmesine yönelik yaklaşımlar yoluyla “çevre ekonomisi”, gerekse doğal kaynakların optimal dağılımını ele alan “doğal kaynak ekonomisi” neoklasik iktisata ait yöntemleri benimsemeleri nedeniyle esasında neoklasik iktisata alternatif olmaktan çok birer alt disiplin olarak değerlendirilmektedir(Gürler vd. 2017:60).

Neoklasik iktisatçılar, 1950’li ve 1960’lı yıllarda ortaya koydukları ekonomik büyüme modellerinde çevreyi dikkate almamışlar, ekonomik büyüme ve büyümenin getirileri hakkında oldukça iyimser bir tablo çizmişlerdir. Kaldı ki, neoklasik büyüme teorileri, azgelişmiş ülkelere gelişmiş ülkeleri yakalama konusunda fırsatlar sunmakta, ekonomik büyüme dolaylı yoksullukla mücadele başlığı altında yoksulluğu ortadan kaldırmanın yolu olarak reçete edilmektedir. Neoklasik iktisatçılara göre ekonomik büyümenin çevre için kötü olmaktan çok iyi olma olasılığı daha yüksektir. Gerçekten de, ekonomik büyüme ile çevresel kalite iyileştirilebilecektir. Öncelikle, ekonomik büyümenin faydalarından birisi kişi başına düşen gelirin artmasıdır. Daha yüksek kişi başına gelir, iyileştirilmiş çevresel kaliteye olan talebi artırmaktadır. Bu, çevresel temizlik için artan harcamaları da içermektedir. İkincisi, kirliliği azaltma teknolojisindeki sürekli iyileşmeler, çevresel temizlik maliyetinin sınırsız bir şekilde artmasına izin vermeyecektir. Yani, sağlıklı ve büyüyen bir ekonomide, kirlilik azaltma harcamalarındaki büyüme sürekli olarak teknolojik ilerlemelerle ılımlı hale getirilecektir. Neoklasik ekonomistler, ekonomik büyümenin sadece çevre için değil, aynı zamanda bir ülkenin nüfus sorunu için de bir çözüm olduğuna inanmaktadırlar. Bu iddia, genellikle demografik geçiş teorisi olarak bilinen teori tarafından desteklenmektedir. Uzun vadede endüstrileşme süreci, nüfus artışında sürekli bir azalmayla beraberdir. Bunun nedeni, endüstrileşme sürecinde ortalama bir ailenin gelirinin artması, daha fazla çocuğa duyulan isteği azaltmasıdır(Hussen, 2000:117-118).

Neoklasik iktisatçılar, insanın yaratıcılığı ve çözüm üretme yeteneğine güvenirler ve insan yapımı sermaye ile doğal kaynaklar arasında sınırsız bir ikame edilebilirlik olduğunu savunurlar. Bu nedenle, çevresel etkilerin iktisadi büyümeyi sınırlamayacağını düşünürler. Onlara göre, iktisadi büyüme çevresel sorunların ve kaynak kıtlığının çözümüdür ve sınırsız büyüme ile tüm insanlığın sorunları aşılabılır(Apaydın, 2019:67).

### 3.3. Çevre Ekonomisi

İkinci dünya savaşından sonra hızlanan sanayileşme ile birlikte ekonomik büyümenin sınırları da tartışılmaya başlanmıştır. Tartışmanın odağındaki soru, ekonomik büyümenin sınırlarının olup olmadığıydı. Özellikle, 1960'lı yıllarda çevresel kirliliğin artarak yaygınlaşması endüstrileşmiş toplumların bazı kesimlerinde çevresel farkındalığı artırarak yeni çevresel ideolojileri doğurmuştur. 1962 yılında Rachel Carson'un "Sessiz Bahar" adlı kitabı, zararlı kimyasalların kullanılmasının neden olduğu çevre sorunlarına dikkatleri çekmiştir. Aşırı nüfus ve çevresel yıpranma konusunda duyulan korkuların zirveye ulaştığı yıllar ise 1970'li yıllardır. 1968'de Paul R. Ehrlich'in yazdığı "Nüfus Bombası (The Population Bomb)" adlı kitapta, kontrolsüz nüfus artışı nedeniyle kıtlıkların yaşanacağı ve müdahale edilmemesi durumunda insanoğlu için felaketin kaçınılmaz olduğu uyarılarında bulunulmuştur. Ehrlich'in kitabını Roma Kulübü'nün 1972'de yayımlanan "Büyümenin Sınırları (The Limits to Growth)" adlı raporu takip etmiştir. 1972'de, Solow-Swan'ın neoklasik büyüme modelinin iyimser perspektifinin ortaya koyduğu sonsuz ekonomik büyümenin, özellikle yenilenemeyen doğal kaynakların varlığıyla geçersiz hale gelip gelmediği sorusu Roma Kulübü'nün "Büyümenin Sınırları" Raporu (Meadows vd.1972) tarafından sorgulanmıştır. Bu raporda, birkaç on yıl içinde bazı temel yenilenemeyen doğal kaynakların tükeneyeceği ileri sürülmüştür. Sonuç olarak, küresel ekonomi çökecek ve dünya genelinde yaşam standardı önemli ölçüde düşecektir(Endres ve Radke, 2012:139).

1970'ten bu yana çevrecilik içinde bir dizi farklı görüş filizlenmiş ve bu görüşler ortaya çıkan çevre ekonomisi alt disiplininin arka planını oluşturmuştur. Teknolojik yeniliğin öncülüğünde ekonomik büyüme, sınırsız ilerleme imkanı sunuyor gibi görünmesine rağmen 1960'lı yıllarda çevre kirliliğinin yoğunlaşarak daha yaygın hale gelmesi, sanayileşmiş toplumların bazı kesimlerinde çevre bilincini yükseltmiş ve çevreciliğe dair yeni fikirlerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu fikirlerin birçoğu temelde ekonomik



büyümeye karşı olmalarına rağmen 1870 ile 1970 yılları arasında ana akım ekonomistlerin çoğu ekonomik büyümenin sonsuza kadar sürdürülebilir olduğuna inanıyor gibi görünmekteydi. Artan çevresel kaygılar, ekonomistlerin kaynak kıtlığı hakkındaki merkezi ekonomik düşünceyi yeniden ele almalarına neden olmuştur. 1970’den sonra ekonomistlerin çoğunluğu, ekonomik büyümenin hem doğal kaynakları tüketmesi hem de yaşam kalitesini genel olarak düşürmesi gerekmediğini savunmaya devam etmiştir. Ancak bunun için etkin bir şekilde çalışan bir fiyat sistemine ihtiyaç duyuluyordu. Böyle bir sistem, ekonomik aktivite seviyelerini yükseltirken hala kabul edilebilir düzeyde bir çevre kalitesini koruma imkanı sunabilirdi. Kaynak tükenmesinin azaltıcı etkisi, geri dönüşüm de dahil olmak üzere teknik değişiklikler ve kaynak ikameleri ile karşılanacaktır. Bu sayede, işgücü ve sermayenin kalitesi artacak ve daha düşük kaliteli yenilenemeyen kaynakların sürekli olarak çıkarılmasına izin verilecektir. 1970’den bu yana çevre bilimi içerisinde bir dizi çevre görüşü netleşmiş ve bu görüşler ortaya çıkan çevre ekonomisi alt disiplinine zemin hazırlamıştır. Çevre ekonomisi, bu yeni çevre ideolojilerinin ortaya çıkışına karşı bir alt disiplin olarak ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda, ekonomi alanındaki gelişimini bir bakıma baskın geleneksel paradigmaya bir tepki olarak düşünmek mümkündür. Bir kısım revizyonistler, “sıfır büyümeyi” öneren bir ekonomiyi benimseyerek bu anlayışa uygun bir ekonomik düzeni inşa etmek için geleneksel ekonomik anlayışı değiştirmek istemiştir. Diğerleri ise büyüyen ekonominin ve toplumun çevresel sistemlerle olan etkileşimlerini, değiştirilmiş ancak radikal olarak farklı olmayan bir dizi ekonomik model dahilinde daha iyi bütünleştirmek için bir fırsat görmüşlerdir. Çoğunluklu görüş ise kaynak kıtlığının teknoloji ve telafi edici piyasa süreçleriyle dengelenmesi sayesinde gelecekteki büyüme potansiyelleri konusunda iyimser kalmıştır. Ekonomistlerin dışındaki bir kısım ise toplum önünde geleneksel büyüme hedeflerinin ve politikalarının kabul edilebilirliği ile ilgili derin soruları gündeme getirmeye çalışmıştır. “Büyümenin Sınırları” isimli rapor, çevre koruma politikaları ile ekonomik büyüme hedeflerinin uyumsuz olduğunu ima eden belirgin bir Malthusçu konumu benimsemiştir. Bu düşünce tarzı sonunda durağan durum (sıfır büyüme) ekonomileri ve hatta daha radikal biyo-ekonomik topluluklara doğru giden çağrılara yol açmıştır (Pearce ve Turner, 1990:12-15). Her ne kadar, bu süreç içerisinde geleneksel neoklasik iktisadi anlayışa karşı olan fikirler ortaya çıksa da doğal kaynakların tükenmesine karşı piyasa dinamiklerinin telafi edici gücünün ve teknolojinin ekonomik

büyümenin sürekliliğini sağlayacağı fikri hakim olmuştur. Özellikle, belirli bir piyasası dolayısıyla fiyatı olmayan ekosistemler ve doğal kaynaklar gibi çevresel malların değerlemesinde, teorik temellerini Lancaster (1966) ve Rosen (1974)'in attığı hedonik fiyat modeli gibi mikro ekonomik yöntemler yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Sonuç olarak neoklasik iktisat, çevresel sorunların üretim sürecinin sonuçlarından biri olduğunu anlamıştır. Çevre ekonomisi, ekonomik faaliyetin bir yan ürünü olarak ortaya çıkan dışsallıklara karşı neoklasik ekonominin bir yanıtı olarak ortaya çıkmıştır (Fardian vd.2021:18622-18623). Çevre ekonomisi alanında kabul edilen temel fikirler ve yapılan çalışmalar piyasa başarısızlıklarının neden olduğu maliyetlerin içselleştirilmesi ve çevresel fayda-maliyet analizleri temelinde şekillenen geleneksel neoklasik iktisadın genişletilmiş bir versiyonu olarak ele alınmıştır(Apaydın, 2019:72). Piyasa başarısızlıklarının neden olduğu etkinsizliği gidermek için neoklasik anlayış iki çözüm önermektedir. İlki Coase teoremi olarak bilinen çözüm ile mülkiyet haklarının net bir şekilde tanımlanması ikincisi, düzeltici önlemlerle yani standartlar ve kotaların belirlenmesi yoluyla çevreye zarar veren faaliyetleri yasaklayarak/azaltarak veya kirlilik vergileri ya da emisyon ticareti gibi piyasa tabanlı teşvik mekanizmaları tasarlayarak etkinlik sağlamaya çalışmaktır(Adaman ve Özkaynak, 2002:111-112). Gerçekten de, emisyon ticareti Kyoto Protokolünün kabulünden beri iklim değişikliği ile mücadelede azaltım maliyetlerinin düşürülebilmesi için sıklıkla önerilen ve uygulanmaya devam edilen piyasa odaklı bir çözüm olarak politika seçenekleri arasında yerini sağlamlaştırmıştır. Bu durum, günümüz çevre ekonomisi anlayışının temellerinde neoklasik ekonomi ilkelerin esas alındığını açıkça gösteren bir diğer husustur. Çevre ekonomisi günümüzde kendini tek, etraflıca düşünülmüş ve tutarlı bir teori olarak takdim etmektedir(Costanza vd. 2015:26).

### **3.4. Ekolojik İktisat**

Geleneksel (neoklasik) ekonomi anlayışının çevresel sorunlara ve ekosistemlere yaklaşımı yoğun şekilde eleştirilmesine rağmen ana akım ekonomik düşüncenin halen neoklasik iktisadın varsayım ve yöntemleriyle temsil edilmesi dikkat çekicidir. Erlwein vd. (2020:16)'e göre neoklasik ekonominin hala bu kadar baskın olmasının nedeni belki de, alternatif bir ekonomi okulunun olgunlaşmamış olmasından kaynaklanmaktadır. Maltus'un karamsarlığı ve Neo-Maltusyanların doğal kaynakların tükenmesi, kıtlık gibi

öngörülerinin “henüz” gerçekleşmemiş olması, ekonomik büyümenin sürdürülebileceğine dair neoklasik iktisadın iyimser görüşünün destekçilerini haklı çıkarmış görünmektedir. Bu konuda ünlü iktisat tarihçisi Mark Skousen, “Nüfus Bombası” kitabının yazarı Paul Elhrich ile iktisat profesörü Julian Simon’ın girmiş olduğu bir bahisten bahseder. Julian Simon, 1960’larda aşırı nüfus ve nükleer savaşla ilgili endişeler taşıyan bir iktisat profesörüydü. Nüfus artışı araştırmaları yaparken, standart Malthusçu görüşün gerçeklerle örtüşmediğini fark etti. Simon’a göre, doğal kaynaklar uzun dönemde sınırsızdır ve nüfus artışı, insanların yaratıcılığını ve teknolojik gelişmeyi teşvik eder. Bu nedenle, nüfus artışı insanlık için bir sorun değil, aksine bir fırsattır. Simon bulgularından o kadar emindi ki, 10 yıl içerisinde krom, bakır, nikel, kalay ve tungsten olmak üzere beş sinai metal fiyatlarının düşeceği üzerine 1000 \$’lık bir bahis teklif etmiştir. Ehrlich, bu bahsi Ekim 1980’de kabul etti. Eğer bu metalleri elde etmenin toplam maliyeti 1990 yılında 1000 dolardan fazla olursa Simon aradaki farkı nakit olarak ödeyecekti. Eğer fiyatlar düşerse, Ehrlich’in grubu parayı Simon’a ödeyecekti. Bu 10 yıllık süre zarfında dünya nüfusu 800 milyondan fazla artmıştır ve bu artış tarihteki en büyük artışlardan birisiydi. Ancak, 1990 yılının sonbaharında metal fiyatları keskin bir şekilde düşmüştür. Bu nedenle Simon bahsi kazanmıştır(Skousen, 2003:95-96).

Shmelev (2011:5)’e göre ekolojik iktisat yaklaşımı ana akım ekonomiyi; sosyal olarak kapsayıcı, çevreye duyarlı ve ekonomik olarak sürdürülebilir kalkınma anlayışıyla geleceğin karar vericilerini eğitmekte başarısız olmakla eleştirmektedir. Neo-klasik iktisat, sınırsız ekonomik büyümenin modern uygarlığın tüm sorunlarını çözeceğini, atıkların az gelişmiş ülkelere kolayca ihraç edilebileceğini ve iklim değişikliği ile biyoçeşitlilik konusunda karar vermek ve bu sorunlara çözüm getirmek için ekonomik maliyet ve faydaların hesaba katılmasının yeterli olduğunu düşünmek gibi hataları sürdürmektedir. Ancak, yirminci yüzyıl yeni zorlukları beraberinde getirmiştir ve bu zorlukları ele almak için yeni yöntemler gerekmektedir. Neo-klasik ekonomiye göre çevre, ulusal ekonomide yürütülen tüm süreçler için bir destek sistemi olarak resmedilerek ekonominin bir alt sistemi olarak görülmektedir. Bu bakış açısı Herman Daly’nin (2000) “Boş Dünya” olarak adlandırdığı bir sistem olarak ifade edilmektedir.

Endres ve Radke (2012)’ye göre Brundtland Raporu, “sürdürülebilirlik bilimi ve yönetimi” olarak nitelendirilen ekolojik iktisadın ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Ekolojik iktisat, hem bilimsel yönden hem de geniş bir perspektiften “ekolojik” terimini

kullanılmaktadır. Bilimsel olarak ekoloji, canlılar ve çevreleri arasındaki ilişkileri incelerken, ekolojik iktisat bu ilişkilerle uyumlu bir ekonomik sistem kurmayı hedefler. Geniş anlamda ise ekolojik iktisat, ekonomiyi doğa, toplum ve kültürle uyum içinde çalışan bir sistem olarak ele alır. Ekolojik iktisat, doğal ekosistemler ve insan ekonomilerinin birbirine bağlı olduğunu ve bu nedenle birlikte incelenmesi gerektiğini vurgular. İnsanların üretim ve tüketim süreçlerinde ekosistemleri kullanmaları ve bu süreçlerin ekosistemler üzerindeki geri bildirimleri, ekolojik iktisatın temel inceleme alanıdır. Bu disiplin, ekonomi ve ekoloji arasındaki bağlantıları ve geri bildirimleri ortaya çıkararak, bu iki alanın etkileşimlerini ve birlikte evrimlerini anlamayı amaçlar. Kısacası, ekolojik iktisat, ekosistemler ve insan ekonomileri arasındaki karmaşık ilişkileri açıklamak için ekolojik ve ekonomik modelleri birleştirir(Xepapadeas, 2008:1-2). Ekolojik iktisat, 1980’li yıllarda çevre politikalarının ve yönetiminin iyileştirilmesi ile gelecek nesillerin refahının korunmasının ekoloji ve ekonominin bir araya getirilmesine bağlı olduğunu fark eden bir grup akademisyen tarafından ortaya atılmıştır. Bu kapsamda ekolojik iktisat; ekolojide insanların, sosyal bilimlerde ise doğal dünyanın ihmal edilme eğilimini düzeltmeye yönelik bir girişimdir(Costanza vd. 2015:56).

Ekolojik iktisatçılar, neoklasik iktisat yaklaşımını üç noktada eleştirmektedirler. İlk olarak, neoklasik teoremin etik temellerinin çevresel sorunlarla başa çıkmak için uygun olmadığıdır. İkincisi, ekolojik iktisatçılar neoklasik kaynak ekonomisinin büyüme modellerinde büyük önem taşıyan, insan yapımı varlıkların doğal kaynakların yerine ikame edilebilirliğini reddederler. Üçüncü olarak, ekolojik iktisatçılar neoklasik iktisatçıların modellerinde fizik, biyoloji ve ekoloji gibi doğa bilimlerinin görüşlerini ihmal ettiklerini belirtirler. Örneğin, ekolojik iktisatçılar sıklıkla ekonomik süreçler için termodinamiğin önemini vurgularlar ve ekonomik büyümenin insanların ekonomik faaliyetlerinin doğal çerçevesi tarafından sınırlı olduğu sonucuna varırlar (Endres ve Radke, 2012:147).

Ekolojik iktisatın tarihsel gelişimi esasında çevre ekonomisinin geliştiği tarihsel arka plana dayanmaktadır. Ancak Hussen (2000:126), ekolojik iktisadın tamamen yeni bir alt disiplin olarak düşünmenin yanlış olacağını çünkü tarihsel köklerinin, ekonomik artığın tamamının toprağın üretken gücünden kaynaklandığı temel varsayımına dayanan fizyokratlara kadar izlenebileceğini belirtmektedir. Ayres (2017), fizikçilerin bile 19. yüzyılın sonlarına kadar enerjiyi tam olarak anlayamamış olmalarından ötürü enerjinin

ve temel termodinamik ilkelerinin ekonomideki rolünün erken ekonomistler tarafından anlaşılamamasının eleştirilemeyeceğini ancak günümüzde iktisatçıların termodinamiğin yasalarını anlamaya ihtiyaç duymamasının eleştirilmesi gerektiğini belirtmektedir. Ayres (2017), 1971 yılında “Entropi Yasası ve Ekonomik Süreç (The Entropy Law and the Economic Process)” adlı kitabı ile ekolojiye önemli bir etkisi olan ve termodinamiğin ekonomideki önemini kavrayan tek ana akım iktisatçı olmasına rağmen diğer ana akım iktisatçıları tarafından pek dikkate alınmayan Nicholas Georgescu-Roegen (1971)’ın ifade ettiği temel bir gerçektir. Bu temel gerçek; enerjinin evrenin maddesi olduğu, tüm maddenin aynı zamanda bir enerji biçimi olduğu ve ekonomik sistemin temelde enerjiyi çıkartma, işleme ve dönüştürme sisteminden oluşan bir termodinamik süreç olduğu gerçeğidir. Ekonomik süreç, hem termodinamiğin birinci yasasına (kütle/enerji korunumu; hiçbir şey yaratılamaz veya yok edilemez) hem de termodinamiğin ikinci yasasına (artan entropi; tüm dönüşüm süreçleri geri dönüşü olmayan süreçlerdir) tabidir. Birinci yasa, ürünlere uygulanan “tüketim” kavramının yanıltıcı olduğunu ima eder. Yani malzeme dönüşüm süreçleri kaçınılmaz olarak büyük miktarlarda atık üretir. İkinci yasa, enerjinin her işlemle daha az kullanışlı hale geldiğini söyler. Birçok ekonomi ders kitabında, “üreticiler” olarak belirtilen kesim ile “tüketiciler” olarak belirtilen kesim arasındaki para akışlarını gösteren dairesel bir grafik bulunmaktadır. Bu akışlar, ücretler ve harcamaları temsil eder. Harcamalar, kavramsal olarak ürün miktarlarının fiyatlarla çarpımına eşittir. Ancak üretimin girdi ve çıktıların madde dengesi (birinci yasa) açıkça gösterilseydi, çıktının büyük bir kısmının - hatta çoğunun - bazıları kirleticilerden oluşan atıklardan oluştuğu açıkça görülürdü. Bu atıkların piyasa fiyatları yoktur, çünkü onlar için bir pazar yoktur. Geleneksel iktisat teorisi bunu “piyasa başarısızlığı” olarak adlandırmaktadır ve bunun önemsiz olduğu varsayılır. Piyasa başarısızlıklarının ciddi bir sorun olduğunun anlaşılması üzerine dışsallıkların içselleştirmesi için çeşitli politikalar geliştirilmiştir. Ancak bu politikalar da kusurlu ve yetersizdir. Termodinamiğin ikinci (entropi) yasası ise gerçek dünyadaki tüm fiziksel dönüşüm süreçlerinin geri dönüşümsüz olduğunu söyler. Açıkça görülmektedir ki, yaşayan organizmalar (ve ekonomi), kesintisiz kullanışlı enerji akışının sürekli bir tedarikine bağlıdır. Ayrıca, “geri dönüşüm” kullanışlı enerji gerektiren bir dönüşüm süreci olduğundan “sıfır atık” ve “döngüsel ekonomi” gibi kavramların fazla ciddiye alınması yanıltıcı ve potansiyel olarak tehlikelidir (Ayres, 2017:40-41).

Hussen (2000:128)’e göre Kenneth Boulding, Nicholas Georgescu-Roegen ve Herman Daly, ekolojik iktisatın en derin düşüncelerini geliştiren üç isimdir. Bu üç ekonomistin çalışmalarının temel mesajı, ekonomik büyümede sınırların geleneksel Malthusyan yaklaşımda olduğu gibi yalnızca geleneksel kaynakların tükenme olasılığı temelinde tartışılamayacağıdır. Teknoloji, neoklasik ekonomistlerin savunduğu gibi ekolojik sınırları aşmanın nihai yolu olarak görülemez. Bunun yerine, yüksek kaliteli enerjinin bulunabilirliği ve ekosistem direncinin kaybı iki temel sınırlayıcı faktör olarak belirlenmiştir. Ekosistem direnci, ciddi bir öneme sahip yeni bir endişe konusudur. Bu, uzun süreli çevresel kirlilikten kaynaklanan ekolojik stres, biyolojik üretkenliğin ani kaybı sonucu oluşan etki, çölleşme ve biyoçeşitlilik kaybı gibi geri dönüşü olmayan değişiklikler ve ekonomik faaliyetlerin çevresel etkileri ile ilişkili belirsizlik gibi sorunları içermektedir.

Kenneth Boulding (1966)’in dünyanın uzaydan çekilen ilk fotoğrafından esinlenerek yazdığı “Uzay Gemisi Ekonomisi (The Economics of the Coming Spaceship Earth)” isimli makalesinin (Apaydın, 2019: 68) ekolojik iktisatın gelişimsel adımlarında etkisi büyük olmuştur. Hussen (2000: 128-130), bu çalışmanın modern ekonomistlerin ekonomik büyüme ile olan yoğun ilgisine ekolojik açıdan yapılan en erken saldırılardan birisi olduğunu ifade etmektedir. Bu makale, gerek doğal çevrenin bozulmasından ötürü gerekse insanların yaşadığı yerlerdeki toplumsal yapının bozulmasından ötürü yaşanacak olumsuzluklara karşılık her zaman keşfedilecek yeni çözümler olduğuna dair güçlü bir inancın söz konusu olduğunu ve bu anlayışa göre dünyanın açık bir sistem veya sınırsız bir düzlük olarak görüldüğünü belirtmektedir. Boulding, bu kaynak bulunabilirliği senaryosuyla uyumlu olan ekonomik sistemi tanımlamak için “kovboy ekonomisi” metaforunu kullanmıştır. Kaynak bulunabilirliğinin elverişli olduğu bu durumda, hem tüketim hem de üretim iyi şeyler olarak kabul edilir. Buna göre, doğa neredeyse hiç endişe duymadan pervasızca sömürülür. Ayrıca, bir ekonominin başarısı, tükenme veya kirliliğe bakılmaksızın, istenilen mal ve hizmetleri üretmek için kullanılan madde ve enerji miktarına göre ölçülmektedir. Dolayısıyla, Boulding’e göre kovboyvari davranışla uyumlu olan doğanın pervasızca sömürülmesi bizim geçmişimizi temsil etmektedir. Ancak Boulding, geleceği oldukça farklı görmektedir. Uzay çağına girdiğimizde ve Dünya’nın sınırlı bir küre olduğunu canlı bir şekilde gözlemlediğimizde artık açık Dünya’dan kapalı Dünya’ya geçiş sürecinin başladığı fark edilmiştir. Dolayısıyla, Dünya

artık tek bir uzay gemisi haline gelmiştir; ne hammadde çıkarmak ne de kirletmek için sınırsız rezervleri yoktur. Boulding’e göre bu yeni gerçekliğin önemli ekonomik etkileri vardır. Kendisinin “uzay gemisi” ekonomisi olarak adlandırdığı geleceğin ekonomisi, geçmişin açık Dünya ekonomisinden farklı ekonomik ilkeleri gerektirir: Uzay gemisi ekonomisinde, hammadde (madde ve enerji) hiçbir şekilde arzu edilen bir durum değildir ve aslında maksimize etmek yerine minimize edilmesi gereken bir şey olarak görülmelidir. Dolayısıyla, ekonominin başarısının temel ölçüsü üretim ve tüketim değil, sistemde yer alan insan bedenleri ve zihinleri dahil olmak üzere toplam sermaye stokunun niteliği, kapsamı, kalitesi ve karmaşıklığıdır. Boulding’in mesajları oldukça açıktır. Öncelikle ve en önemlisi, Dünya pratik olarak kapalı bir ekolojik küredir. İnsan nüfusu azken ve teknolojik yetenekleri güçlü olmadığında, Dünya’yı sınırsız bir düzlük olarak görmek doğru olmasa bile kesinlikle anlaşılabilir ve kabul edilebilir olabilirdi. Bununla birlikte, nüfus, teknoloji, tüketim ve üretim alışkanlıkları ile ilgili olarak günümüz koşulları, toplumsal değerlerimize ve ekonomik sistemlerimize yeni bir bakış açısı getirilmesini gerektirmektedir. Sonuç olarak Boulding’e göre; insanoğlunun geleceği, sürdürülebilir bir ekonomi kurmak için ekolojik sınırların tamamıyla farkında olarak hammadde akışını düzenleyen bir ekonomik sistem tasarlama yeteneğine bağlıdır.

Ekolojik iktisat okulunun bir diğer önemli temsilcisi Herman E. Daly, neoklasik büyüme modelini güçlü bir şekilde eleştirerek sürdürülebilir bir alternatif olarak “Durağan Durum Ekonomisi (Steady State Economy)” kavramını ortaya atmıştır. Herman E. Daly, (1993) yılında yayımlanan “Durağan Durum Ekonomisi: Yeni Bir Paradigma” isimli makalesinde ekonomiyi, fiziksel boyutlarıyla dünya ekosisteminin bir alt sistemi olarak tanımlamaktadır. Ona göre bu ekosistem sonlu, büyümeyen ve kapalı bir sistemdir. Ekonomi, açık bir alt sistem olarak var olur ve hem madde hem de enerji alışverişi yapar. Ekonomi, çevreden yararlanırken ortaya çıkan atıklar doğal sermaye tarafından yeniden kullanılabilir hale getirilir. Ekonomik alt sistem genişledikçe, daha fazla yaşam alanı ekonomik alana dönüşür ve bu da ekosistemin geri kalanının hayati işlevlerini yerine getirme kapasitesini azaltır. Dünya, niceliksel olarak genişlemeden niteliksel olarak evrimleşir. Ekonomi de, dünya ekosisteminin bir alt sistemi olarak, “büyümeden gelişme” modeline uymalıdır. Bu, sürdürülebilir kalkınma olarak anlaşılmalıdır. Durağan durum ekonomisi, kaynak akışının çevreyi ne yeniden üretme kapasitesinin ötesinde tüketen ne de emme kapasitesinin ötesinde kirleten bir seviyede sabit kaldığı bir ekonomidir. Bu

ekonomi; bilgi, organizasyon, teknik verimlilik ve bilgeliğe gelişirken, ekosistemin madde-enerjisini kendisine daha fazla katmak yerine kalan ekosistemin işlev görmeye ve kendini yenilemeye devam edebileceği bir ölçekte durur. Ekonomik alt sistemin büyümesi, insan yapımı sermaye ve doğal sermaye arasındaki tamamlayıcı ilişki tarafından sınırlıdır. İnsan yapımı sermaye, doğal sermayenin bir tamamlayıcısı olmadan değerini kaybeder. Ekonomik alt sistemin maksimum bir ölçüğü vardır ve bu ölçüğün ötesinde toplam sistem çöker. Optimal bir ölçek vardır ve bu ölçüğün ötesindeki büyüme, maliyetleri faydalardan daha fazla arttırır. Büyüme, ekolojik maliyetleri üretim faydalarından daha hızlı arttırdığında, gerçekte anti-ekonomik büyüme olur ve zenginleştirmek yerine yoksullaştırır.

Yüzyılı aşkın bir süre önce John Stuart Mill'in ortaya attığı "durağan durum" öngörüsüyle benzer temaları ve endişeleri paylaşan Daly'nin durağan durum ekonomisi modeli, Boulding ve Georgescu-Roegen tarafından vurgulanan ekolojik ve fiziksel gerçekleri açıkça içermesi açısından farklılıklar göstermektedir. Daly'nin durağan durum ekonomisinin, Georgescu-Roegen ve Boulding'in bahsettiği biyofiziksel sınırlar ve etik değerleri hesaba katan teorik bir büyüme modeli olduğunu söylemek mümkündür. Daly (1993), neo-klasik ekonomik büyüme modelinin sürdürülebilir biyofiziksel ve ahlaki değerleri hesaba katmadığı için savunulamaz olduğunu iddia eder. Bu iddiasını, basit bir araçlar-amaçlar sıralaması kullanarak açıklar. Daly'ye göre, geleneksel ekonomik büyüme modelleri, yaşam standartlarının maddi yükselişinin elde edildiği nihai araçları görmezden gelir. Burada nihai araçlar, ekosferin (dünya ekosistemi) düşük entropili maddi-enerjisini ifade eder. Geleneksel ekonomistler, nihai araçları mutlak anlamda kıt olduğundan veya bu temel kaynakların doğal yasalarla sınırlandırılmış olmasından ötürü önemsiz sayarlar. Bunun yerine, teknolojiye olan körü körüne inançları nedeniyle, geleneksel ekonomistler yalnızca emek, sermaye ve geleneksel doğal kaynaklar (hammaddeler) gibi ara araçların mevcudiyetine odaklanırlar. Bu süreçte, ara araçların kullanılabilirliğinin nihai araçların varlığına bağlı olduğu gerçeği geleneksel ekonomi düşüncesinin gözünden kaçmış gibi görünmektedir(Hussen, 2000:132-133). Bu nedenle, ekonomistler ara araçlara odaklanarak, kaynakların alternatif toplumsal kullanımlara nasıl tahsis edildiğini belirleyen nispi kıtlık ve fiyatları tartışır. Bu biyofiziksel gerçek göz önüne alındığında, geleneksel ekonomistlerin ara amaçlardaki sürekli büyümeye, yani piyasa değeri olan mal ve hizmetlere bu kadar tutku duymalarına şaşmamak gerekir.



Ekonomideki bu kutsal görünen hedef, sadece biyofiziksel sınırlar göz ardı edilerek değil, aynı zamanda hem kuşak içi hem de kuşaklar arası adalet gözetilmeden de sürdürülmektedir. Başka bir deyişle, belirli bir takvim yılında üretilen toplam mal ve hizmet miktarının, aynı kuşağın insanları arasında (kuşak içi) nasıl dağıtıldığı ve günümüzdeki ekonomik faaliyetlerin gelecek nesillerin refahını nasıl etkileyebileceği (kuşaklar arası) basitçe hesaba katılmaz. Bu, geleneksel ekonomistlerin mevcut kuşak içinde gelir dağılımındaki adaletsizliği inkar ettikleri veya günümüz üretim faaliyetlerinin kirlilik gibi uzak gelecek nesillerin refahı üzerindeki olumsuz etkilerine karşı duyarsız oldukları anlamına gelmekten ziyade, orta ila yüksek bir büyüme oranını sürdürmenin, mevcut ve gelecekteki ekonomik ve ekolojik sorunlar için tek başına en etkili çözüm olduğunu düşündükleri anlamına gelmektedir. Bazı akademik çevrelerde “büyüme hastalığı” olarak adlandırılan bu durum iki nedenden ötürü tehlikelidir. Birincisi, insan arzusu sadece maddi zenginlik biriktirmekle sınırlı değildir. İnsanlar, tamamen toplumsal, psikolojik ve/veya manevi olan duygu ve ideallere sahip sosyal varlıklardır. Ayrıca, insanlar hayatta kalma içgüdüsüne sahip biyolojik varlıklardır. Bunlar, insanlığın ilişkilerini zaman, mekan ve diğer idealler (fiziksel veya manevi dünya ile ilişkileri gibi) boyunca tanımlayan ve şekillendiren unsurlardır. İnsanların gelecek nesilleri ne kadar önemsedikleri, işte bu maddi olmayan temellere dayanan ideallerin bütününe bağlıdır. Daly, bunlara nihai amaçlar adını vermiştir. Daly’ye göre, geleneksel ekonomistler maddi dünyaya aşırı odaklanmaları nedeniyle nihai amaçları hesaba katmakta başarısız olmuşlardır. İkincisi, büyüme hastalığı körü körüne sürdürülürse ani ve yıkıcı ekonomik ve ekolojik sonuçları olabilir. Bu nedenle, büyüme hastalığına karşı ileri sürülen, insanlığın kaçınılmaz yok oluşunu önlemek değil ani ekonomik ve ekolojik çöküşten korumaktır. Dolayısıyla kaynak yönetiminde ihtiyatlı bir yaklaşımın zorunluluğu ortaya çıkar. Çözüm olarak Daly, alternatif bir model olan durağan durum ekonomisini önermektedir. Daly, durağan durum ekonomisini en başından itibaren sabit bir fiziksel zenginlik ve insan nüfusu olarak tanımlamaktadır(Hussen, 2000: 134). Daly, ekonominin sonlu bir dünya içinde yer aldığını vurgulayarak, tüketimi maksimize etmek yerine kaynak kullanımını en aza indirmenin gerekliliğini savunur. Ekonomi sonsuz büyüyemez; sürdürülebilir bir durağan durum hedeflenmelidir. Ancak bu durum mutlak bir istikrar anlamına gelmez, ekosistemlerde olduğu gibi değişimler belirli sınırlar içerisinde gerçekleşir(Costanza vd. 2015:69-71).

Özetle, ekolojik iktisatı karakterize eden en önemli özellikler, sürdürülebilirliğe verilen öncelik, büyüme kötümserliği, fiziksel ve biyolojik göstergeler ve çok boyutlu değerlendirme iken, geleneksel iktisatı karakterize eden en önemli özelliklerin verimliliğe verilen öncelik, büyüme iyimserliği, parasal göstergeler ve fayda maliyet analizinin olduğu söylenebilir. Ekolojik iktisat, metodolojik olarak çoğulcu olup neoklasik iktisatın çerçevesini diğer yaklaşımlarla birlikte kabul eder. Neoklasik ve ekolojik iktisatın temel ayrımı, kaynak kıtlığı ve teknolojik ilerleme konusundaki varsayımlarından kaynaklanır. Neoklasik ya da geleneksel iktisat, ekonomik büyümenin eşitsizlikleri azaltacağını savunurken, ekolojik iktisat doğal ve ekolojik sınırları vurgular. Sürdürülebilirlik bağlamında ise geleneksel iktisat “zayıf sürdürülebilirliği” benimser. Zayıf sürdürülebilirliğin amacı ekonomik çıktıyı sürdürmektir. Zayıf sürdürülebilirlik doğal sermayenin insan yapımı sermaye ile ikame edilebileceğini savunurken, “güçlü sürdürülebilirlik” doğal sermayenin korunmasını zorunlu görür. Güçlü sürdürülebilirlik, refahın sadece ekonomik çıktı artışından ibaret olmadığını ileri sürer. Sürdürülebilirlik sadece nesiller arası değil, nesiller içi ve uluslararası eşitlik sorunu olarak da ele alınmalıdır. Geleneksel iktisat, İkinci Dünya Savaşı sonrası güç dağılımını göz ardı etmiş ve mevcut kaynak dağılımını veri olarak maliyet-fayda analizleri yapmıştır. Ancak sürdürülebilirliğe ulaşmak için daha adil bir yeniden dağıtım, ahlaki tartışmalar ve demokratik siyasette ilerlemeler gerekmektedir. Ekolojik iktisat, ekonomistlerin ve ekolojistlerin iş birliği içinde daha katılımcı ve demokratik bir yaklaşım benimsemesi gerektiğini vurgulamaktadır(Costanza vd. 2015:77-79).

### 3.5. Genel Değerlendirme

Ekonomi ile çevre arasındaki ilişkiye dair temel düşüncelerin izlerini iktisat ekollerinin temel düşüncelerinde bulmak mümkündür. Çevresel sorunları açıkça ele almayan klasik iktisat okulundaki büyümeye odaklanma durumu, Malthus, Ricardo ve Marx'ta bazı çevresel sınırlamalarla karşılaşmaktadır. Açıkça yaşam standartlarındaki gelişmenin önündeki bir sınırdan söz eden Malthus'un fikirleri, günümüzde yanlışlığı şeklinde yorumlansa da farklı bakış açıları ile tekrar gündeme gelerek ekonomik büyümenin sınırları ve doğal kaynakların tükenebilirliği konusunda kötümser fikirlere ilham vermektedir. Malthus'un nerede hata yaptığı sorusuna Gürler vd.(2017:237-238), Malthus'un nüfus teorisini kaleme alırken teknolojik gelişmeleri ve tarım yöntemindeki

yenilikleri dikkate almadığını belirterek cevap vermektedir. Aksine ekonomist Ester Boserup, teknolojik ilerlemeleri ve tarımsal yenilikleri dikkate aldığı çalışmalarında nüfus büyümesinin teknolojik yenilikleri başlattığını ileri sürmektedir. Tarımda gıda üretimine izin veren gübre ve pulluk kullanımı nüfus büyümesine ayak uydurmuştur. Boserup(1993), gıda üretiminin nüfusun ihtiyaçlarına uyacak şekilde artabileceğini ve artacağını öngörmüştür.

Sachs (2019)'a göre gerçekten de, Malthus gerçekleşen bilimsel ve teknolojik ilerlemeleri öngörememişti; toprak besleyicileri bilimi, modern genetik, insan yapımı azotlu gübrelerin keşfi ve Yeşil Devrim gibi gelişmeler, dünya nüfusunun geometrik artışına paralel olarak gıda üretiminde de artış sağlamıştı. Bu yüzden ekonomistler uzun süre Malthus'u hor görmüştür. Ancak, Malthus'un tezinin hala geçerli bir ikileme işaret ettiği unutulmamalıdır. İlk olarak, Malthus ünlü çalışmasını yazdığı yıllarda dünya nüfusu şu anki nüfusun sekizde biri kadardı. İkincisi, ekonomistler Malthus'un teknolojik ilerleme potansiyelini göz ardı ettiğini söylerken, modern tarımın çevreye verdiği zararları ihmal etmektedirler. Günümüz küresel tarım sistemi, dünya nüfusunu besleyebilmekle birlikte çevresel açıdan sürdürülebilir değildir. Modern tarım, çevreye zarar vermekte ve bu durum Malthus'un kaygılarını haklı çıkarmaktadır. Enerji verimliliği ve düşük karbonlu enerjiye ihtiyaç duyduğumuz gibi yerel ekolojik şartlara uyumlu ve daha az zararlı tarım sistemlerine de ihtiyaç duymaktayız. Henüz Malthus'un hatalı olduğunu kanıtlamış değiliz. Sürdürülebilir gıda arzı sorunu, sürdürülebilir kalkınmanın 21. yüzyıldaki temel konularından biri olmaya devam etmektedir(Sachs, 2019:199).

Radkau(2017:422-423), özellikle sanayileşen devletlerdeki çevre sorunlarının yapısındaki temel değişimlerden bahseder. Artık kaynakların tükenişinden ziyade atmosfer ve denizler gibi küresel müştereklerin kirlenmesi büyüyen bir tehdit olarak kendisini göstermektedir. 1973 petrol krizinde çevreyi tehdit eden artık enerji darboğazı değil ucuz enerji kaynaklarının bolluğuydu. Tarımda ekolojik sorun gübre kıtlığı değil, aşırı gübrelemeydi. Artık böcekler ve haşereler sorun olmaktan çıkmış, asıl sorun tarım ilaçlarıydı. Bu yeni durum, binlerce yıllık sorunlara getirilen radikal çözümler yüzünden ortaya çıkmıştı.

Johan Rockström vd. (2009), aşılmaması gereken gezegen sınırlarını belirlemenin insan faaliyetlerinin kabul edilemez çevresel değişikliklere yol açmasını önlemeye yardımcı olabileceğini ileri sürmektedirler. Bu sınırlar, insanlığın nesiller boyunca gelişmeye

devam etmesine izin verecek güvenli bir gezegen alanının tanımlanabilmesine yardımcı olacaktır. Bu kavram, gezegenin biyofiziksel alt sistemleri veya süreçleri ile ilişkilidir. Birçok alt sistem, belirli temel değişkenlerin eşik seviyeleri etrafında non-lineer ve sıklıkla ani bir şekilde tepki verir ve bu da önemli sonuçlar doğurabilir. Bu eşikler aşıldığında, önemli alt sistemler insanlar için zararlı hatta potansiyel olarak felaketle sonuçlanabilecek yeni bir durumlara geçebilir. Dokuz süreç için gezegen sınırlarını tanımlamanın gerekli olduğunu belirten Rockström ve arkadaşları bu süreçlerin: iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik kaybı, azot ve fosfor döngülerine müdahale; stratosferik ozon tabakasının incilmesi, okyanus asitlenmesi, küresel tatlı su kullanımı, arazi kullanım değişikliği, kimyasal kirlilik ve atmosferik aerosol yüklemesi olduğunu belirtmektedir. İnsanlığın küresel tatlı su kullanımı, arazi kullanımındaki değişiklik, okyanus asitlenmesi ve küresel fosfor döngüsüne müdahale açısından sınır değerlerine yaklaşıyor olabileceğini belirten araştırmacılara göre bu süreçlerden iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı ve azot döngüsüne müdahaleye dair sınırlar zaten aşılmıştır(Rockström vd, 2009:473). Bu gezegen sınırları, insanlığın sürdürülebilir bir şekilde gelişebileceği bir alanı tanımlamak için önemlidir. İnsan faaliyetlerinin bu sınırları aşmaması gerekmektedir. Bu, gelecek nesiller için kritik bir meseledir ve gezegenimizin sürdürülebilirliği için önemlidir. Sachs (2019:187)’a göre insanlığın bu gezegen sınırlarını aşarak çevre üzerindeki baskılarının doğal sistemlerin bu baskıları soğurma kapasitesini geçmesi nedeniyle dünya ekosistemlerinin işleyişinde büyük bir değişiklik yaşanmaktadır. Bu değişiklikler de insan refahına hatta kendilerini koruyacak servet ve altyapı sistemlerine sahip olmayan dünyanın yoksul kesimlerinde yaşayan insanların hayatına yönelik tehdit oluşturmaktadır.

Ekonomi ile çevre arasındaki ilişki, genellikle ekonomik büyümenin sınırları ve doğal kaynakların sürdürülebilirliği üzerine odaklanmaktadır. Genel olarak bakıldığında bu konudaki tartışmalara hakim iki ayrı görüşün bulunduğu anlaşılmaktadır. “İyimserler” ve “eleştirmenler”. İyimserlere göre ekonomik büyümenin sınırlarını, teknolojik yenilikler ve insanoğlunun yaratıcılığı ile aşmak mümkündür. Doğal kaynakların ise teknolojik ilerlemeler ve insan yenilikçiliği sayesinde ikamesi mümkündür. Ayrıca serbest piyasadaki fiyat mekanizması, bir doğal kaynağın tükenmeye başlaması durumunda fiyat artışları ile kaynağı pahalı hale getireceğinden fiyat mekanizması, kıtlık nedeniyle fiyatı artan kaynağın yerine alternatiflerin kullanılması ya da geliştirilmesi yoluyla “kaynak

kıtlığı” sorununun iyileşmesine yardımcı olacaktır. İyimserlerin, ekonomik büyümenin sınırsız olabileceği ve doğal kaynakların ikame edilebileceğine dair görüşleri, geleneksel ekonomi teorilerinin yanı sıra modern büyüme teorilerinden de destek bulmaktadır. Eleştirmenlere göre ise ekonomik büyümeyi sınırsız olarak değerlendirmek yanlıştır. Ekonomik büyümenin ve doğal kaynakların ikame edilebilirliğinin bir sınırı vardır. Sınırlı bir dünyada ekonomik büyüme sürdürülemez. Doğal kaynaklar tükenmektedir ve artan çevre sorunları açıkça gözlenmektedir. Eleştirmenler, ekonomik büyümenin gelir eşitsizliğini artırdığını ve doğal kaynakların tükenmesine yol açtığını vurgulamaktadır. Ayrıca büyüme odaklı ekonomi, insanların mutluluğunu artırmada yetersiz kalabilmektedir. Eleştirmenlere göre, ekolojik sınırların ve doğal kaynakların tükenebilirliğinin dikkate alınması gerekmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik, sosyal ve çevresel alanda aynı anda iyileştirmeler sağlayan bir süreç olarak anlaşılır(Shmelev, 2017:68). Günümüz dünyasının yaşadığı çevre problemleri ve özellikle iklim değişikliği sorununun geldiği noktada, geleneksel ekonomi anlayışımızın sürdürülebilirliği sağlama konusunda başarılı olduğunu söylemek oldukça güçtür. İyimserler ve eleştirmenler arasındaki tartışma, sürdürülebilirlik, çevre koruma ve ekonomik kalkınma politikalarının şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma politikaları, hem ekonomik büyümeyi destekleyebilir hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlayabilir. Bu nedenle, her iki perspektiften de alınacak dersler, daha dengeli ve sürdürülebilir bir gelecek için yol gösterici olabilir. İyimserler ve eleştirmenler arasındaki fikir ayrılığı, ekonomik büyümenin ve çevrenin korunmasının nasıl dengelenebileceği sorusuna dair halen devam etmektedir. Her iki bakış açısının da güçlü ve zayıf yönleri vardır. Ekonomik büyümenin insan refahı ve kalkınma için önemli bir araç olduğu açıktır. Ancak, bu büyümenin çevreye zarar vermemesi ve gelecek nesiller için sürdürülebilir olması da önemlidir. Bu nedenle, ekonomik büyüme ve çevre koruma arasındaki dengeyi gözetmek ve bu konudaki bilimsel yaklaşımlara dayanan tartışmaları sürdürmek, yeni bakış açılarının ve yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesini sağlamak açısından elzemdir.

## 4. BÖLÜM: TÜRKİYE VE ÇİN'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Bu bölümde, Türkiye ve Çin'de yenilenebilir enerjinin görünümü ve yenilenebilir enerji politikaları sunulmuştur. Yenilenebilir enerjinin CO<sub>2</sub> salımını azalttığı konusunda geniş bir literatür mevcuttur. Temel olarak yenilenebilir enerji, fosil yakıtların aksine CO<sub>2</sub> salımına neden olmamaktadır ya da fosil yakıtlara kıyasla ihmal edilebilir düzeyde CO<sub>2</sub> salımına neden olduğu kabul edilmektedir. Bu durum, yenilenebilir enerji yatırımlarının çevresel etkilerinin olmadığı anlamına gelmemektedir. Ancak bu çalışma kapsamında, enerji tüketimi ve ekonomik faaliyetler ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişki incelenmektedir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji yatırımlarının çevre üzerindeki diğer etkilerinin bu çalışma kapsamı dışında olduğunu belirtmekte fayda vardır.

Yenilenebilir enerji, doğadan elde edilen ve sürekli olarak yenilenen kaynaklardan sağlanan enerjidir. Bu enerji türü, doğanın sürekli devam eden süreçlerinden elde edilir. Bu nedenle, tükenme gibi bir durum söz konusu değildir. Sürdürülebilir enerji olarak da bilinen yenilenebilir enerji, sürekli kullanılabilen ve kaynağı tükenmeyen bir enerji türüdür. Yenilenebilir enerji kaynakları ise bu enerjiyi sağlayan doğal kaynaklardır(<https://yenader.org/tr> E.T.16/12/2024). 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kanunu (2005), yenilenebilir enerji kaynaklarını, hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga, akıntı ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynakları olarak sıralamaktadır.

### 4.1. Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvik Politikaları

Teşvik politikaları olmaksızın yenilenebilir enerji üretimini artırmak oldukça güçtür. Bunun nedeni, yenilenebilir enerji maliyetlerinin ilk aşamalarda fosil yakıtlarla rekabet edemeyecek kadar yüksek olmasıdır. Dahası, fosil yakıt üretimi ve dağıtımı için yaygın bir altyapının mevcut olması ve enerjinin dönüştürülmesine yönelik altyapının da esasında fosil yakıtlara dayalı olarak kurulmuş olmasıdır. Bu durum, yenilenebilir enerjinin maliyetlerinin düşerek yaygın hale gelebilmesi için önemli düzeyde mali desteğin gerektiğini açıkça göstermektedir.

Berry ve Jaccard (2001:264-265), yenilenebilir enerjiyi desteklemek için kullanılan yöntemleri dört ana gruba ayırmıştır:

**-Kirlenici kaynakların maliyetini artırmak:** Geleneksel enerji kaynaklarına sağlanan sübvansiyonların azaltılması ya da tamamen kaldırılması, enerji veya kirlilik vergilerinin

yükseltilmesi, daha sıkı teknoloji standartlarının uygulanması ve emisyonlara üst sınır getirilmesi gibi adımları kapsar.

**-Yenilenebilir enerjiye doğrudan mali destek sağlamak:** Bu tür destekler, sermaye hibeleri, tercihli alım fiyatları, vergi avantajları veya düşük faizli krediler şeklinde olabilir. Enerji fiyat sübvansiyonları, sabit tarifeler, geçerli elektrik fiyatına sabit bir prim veya rekabetçi tekliflerle belirlenen bir prim biçiminde olabilir. Destekler, hükümetlerden veya kamu yararına belirlenen bir ücretle tüm elektrik tüketicilerinden sağlanabilir.

**-Yenilenebilir enerjinin ticarileşmesini dolaylı destek sağlamak:** Pilot projelere finansman sağlanması, değerlendirme çalışmaları, kaynak analizi, Ar-Ge destekleri ve eğitim gibi girişimleri içerir.

**-Yenilenebilir enerjiler için gönüllü ya da zorunlu pazar paylarını teşvik etmek:** Üreticilerle yapılan gönüllü anlaşmalar, tüketicilerin yenilenebilir enerji için daha fazla ödeme yapmalarına imkan veren yeşil tarifeler ve yenilenebilir portföy standartları bu kategoriye girmektedir.

Çelikkaya (2017:54), yenilenebilir enerjiye yönelik teşvikleri iki ana grup altında sınıflandırılmaktadır. İlk grup, vergi dışı teşviklerden oluşmaktadır ve bu teşvikler günümüzde dünya genelinde yenilenebilir enerjiyi teşvik politikalarının temel taşları olarak kabul edilmektedir. Bu kategorideki iki ana teşvik politikası, Tarife Garantisi ve Yenilenebilir Enerji Portföy Standardıdır(RPS). Tarife garantisi, fiyat odaklı bir teşvik mekanizması iken, yenilenebilir portföy standardı miktar temelli bir teşvik politikasıdır. Yenilenebilir portföy standardı, özellikle Yeşil Ticari Sertifika Programı ile entegre bir şekilde uygulanmaktadır. Bu iki ana yaklaşımın yanında, net ölçüm ve kamu ihalesi gibi teşvikler de sınırlı ölçüde uygulanmaya devam etmektedir. İkinci ana grup ise vergi teşviklerini içerir. Bu teşvikler, genellikle dünya çapında tamamlayıcı nitelikte bir politika olarak kullanılmaktadır. Çoğu ülkede vergi teşviklerinin birincil değil, ikincil bir araç olarak tercih edildiği görülmektedir. Ayrıca birçok ülke, yukarıda bahsedilen uygulamaların dışında farklı teşvik politikalarını da destekleyici unsur olarak hayata geçirmektedir.

#### **4.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Görünümü**

Engin (2004:74), Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının araştırılmasına yönelik ilk çalışmaların 1960’lı yıllarda başladığını ifade etmektedir. Ancak, Türkiye’deki bazı

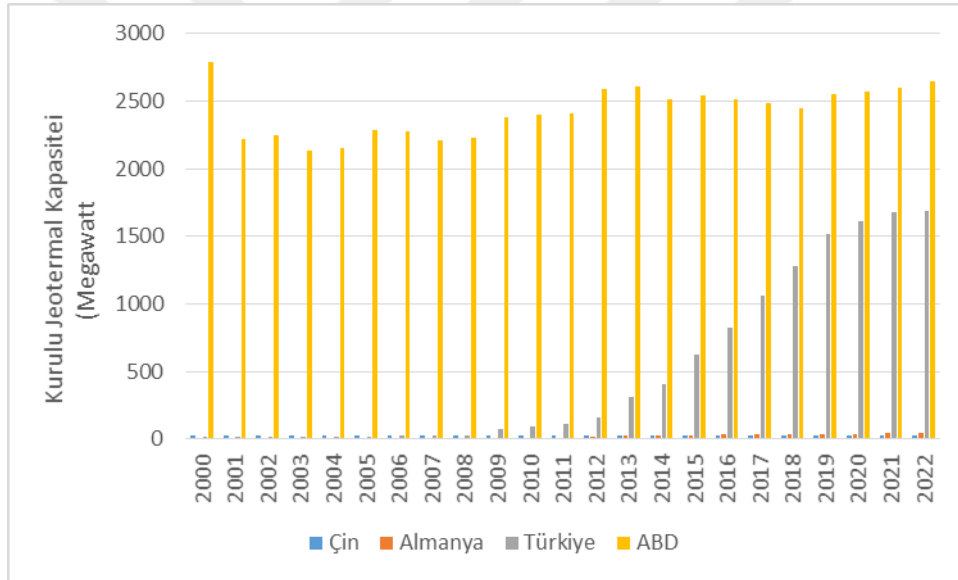
belediyelerin çöplerden elde edilen metan gazını borularla enerji üretim tesislerine taşıyarak elektrik üretimi gerçekleştirme çalışmalarına 1957 yılında başladığı bilinmektedir(<https://www.mfa.gov.tr> E.T. 01/12/2024). Esasında, Türkiye’de en köklü ve yaygın yenilenebilir enerji kaynağının başında hidroelektrik gelmektedir. Hidroelektrik enerjisi üretimi Türkiye’de 1902 yılında Tarsus’ta küçük bir santralle başlamış, ilk büyük ölçekli santral ise 1913’te İstanbul’da kurulmuştur. 1930’lu yıllarda baraj yapımı ve hidroelektrik projeleri için devlet kurumları (EİE, Etibank, İller Bankası) oluşturulmuş, DSİ’nin 1954’te kurulmasıyla hidroelektrik kapasitesinde önemli artışlar sağlanmıştır(Gökdemir vd. 2012:20). Hidroelektrik santralleri (HES) üzerindeki kamu yatırımları, Türkiye’nin enerji üretiminde belirleyici olmuştur. Türkiye’de hidroelektrik barajları başlangıçta DSİ, İller Bankası, Etibank ve Sümerbank gibi kamu kurumları tarafından inşa edilmiştir. Dünya Bankası’nın desteğiyle hidroelektrik projelerine ilgi artmış, ancak masraf ve ileri teknoloji gerekliliği nedeniyle DSİ, bu projeleri özel sektöre açma ihtiyacı duymuştur. Bunun sonucunda, 1984 yılında Yap-İşlet-Devret (YİD) modeli uygulanmış ve özel sektör, hidroelektrik enerji üretiminde aktif rol almaya başlamıştır. 2003 yılına kadar DSİ, tüm su projelerinden sorumluyken, 2000’li yıllarla birlikte enerji piyasasında yapılan düzenlemelerle çıkarılan Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği ve Su Kullanım Anlaşması Yönetmeliği ile HES projeleri özel sektör başvurularına açılmıştır(Yaman ve Haşıl, 2018:149-150). Böylece, EPDK’dan lisans alan ve DSİ ile su kullanım anlaşması yapan firmalar yatırımlara başlamış, hidroelektrik enerji üretiminde önemli bir artış sağlanmıştır(Bozkurt ve Tür, 2015:325-326). Gerçekten de, 2001-2010 yılları arasında hidroelektrik üretiminde yaklaşık %115 oranında artış gerçekleşmiştir(Akova, 2024:199).

Türkiye’nin şebeke bağlantılı ilk rüzgâr santrali, 1998 yılında Çeşme-Germiyan’da kurulmuştur. “Yap-İşlet-Devret” modeliyle yapılan ilk rüzgâr santrali ise İzmir-Alaçatı’da 7,2 MW gücünde inşa edilmiştir (Engin, 2004:75). Güneş enerjisi alanında ise Türkiye’nin ilk güneş enerjisi santrali, 2011 yılında İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) ve TÜBİTAK iş birliğiyle İkitelli’de kurulmuş ve 500 kW kurulu güce sahip olmuştur. Ticari amaçlı güneş enerjisi santralleri ise 2013’te yapılan ihaleler sonrasında devreye girmiştir. 2014 yılındaki yarışmada toplamda 600 MW’lık kurulu güç için önlisans hakkı verilmiş, ancak izin ve finansman süreçlerinin uzunluğu nedeniyle lisanslı santrallerin



devreye alınması yavaşlamıştır. Bu süreçte yayımlanan mevzuat, lisanssız güneş enerjisi santrallerinin sayısında artış sağlamıştır(Küpeli ve Güney, 2019:3).

Türkiye, jeotermal potansiyeli açısından Avrupa’da birinci, kurulu güç bakımından ise dünyada dördüncü sıradadır. Jeotermal enerji ile elektrik üreten ülkeler arasında Türkiye, ABD, Endonezya, Filipinler ve Yeni Zelanda ile birlikte ilk beşte yer almaktadır. Türkiye’de ilk elektrik üretimi, 1975 yılında 0,5 MWe gücündeki Kızıldere Santrali ile başlamıştır. 2005 yılından itibaren, mevcut kaynakların geliştirilmesi ve yeni kaynak alanlarının aranması çalışmaları hız kazanmıştır. 2004 yılı sonunda 3.100 MWt olan jeotermal ısı kapasitesi, 2008 yılında Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu’nun yürürlüğe girmesi ve özel sektörün katılımıyla hızla artmıştır. Türkiye'nin muhtemel jeotermal ısı potansiyeli 35.500 MWt ve elektrik üretim potansiyeli 4.500 MWe olarak tahmin edilmektedir(<https://enerji.gov.tr> E.T. 01/12/2024).



**Grafik 2:** 2000-2022 Yılları Arasında Kurulu Jeotermal Kapasitesi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 2’de, 2000-2022 yılları arasında Türkiye, Çin, ABD ve Almanya’da kurulu jeotermal kapasitesi gösterilmektedir. Türkiye, jeotermal enerji kapasitesinde önemli artışlar sergilemiştir. Özellikle Çin ile kıyaslandığında jeotermal enerji de ciddi bir üstünlük söz konusudur.

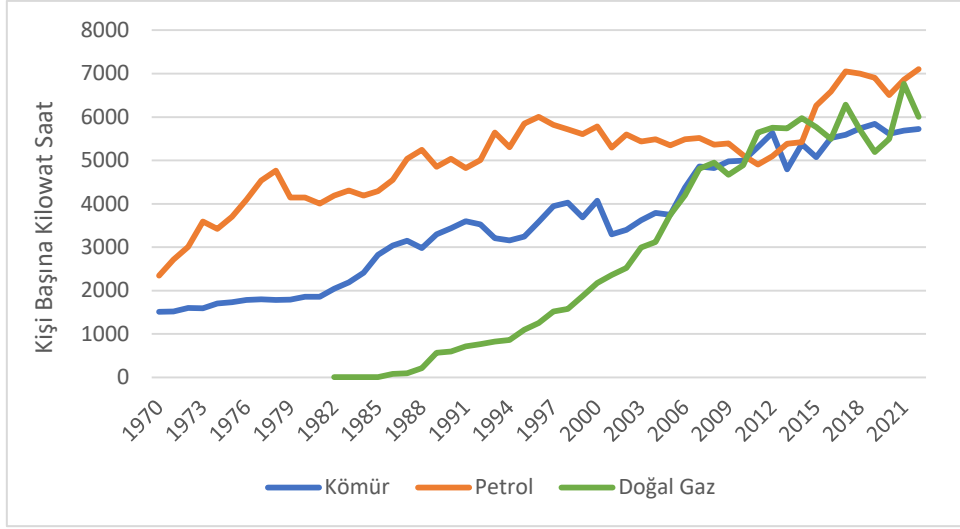
2006 yılında orta ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak hazırlanan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası’na (REPA-V1) göre, yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve yıllık ortalama 7,5 m/s üzeri rüzgâr hızlarına sahip kullanılabilir alanlarda km<sup>2</sup> başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği

belirlenmiştir. Türkiye’de kurulabilecek toplam rüzgar santrali kapasitesi 47.849,44 MW olarak tespit edilmiştir. Bu alan, Türkiye yüzölçümünün %1,30’una denk gelmektedir(<https://enerji.gov.tr> E.T. 01/12/2024).

Bir diğer rüzgar enerjisi türü de deniz üstü rüzgar enerjisidir. Türkiye’nin henüz bu alanda bir yatırımı bulunmamaktadır. Türkiye’nin ilk deniz üstü rüzgar enerjisi santrali için ihale duyurusu son başvuru tarihi 23 Ekim 2018 olmak üzere Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanmış ancak, yerli firmaların mali ve teknik şartları sağlayamaması nedeniyle ihale ertelenmiştir(Şahin,2020:63). Türkiye bu alanda yatırımlar için biraz geç kalmıştır. Ancak yakın zamanda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın verdiği bilgilere göre Bandırma açıklarında 1111 km<sup>2</sup>, Bozcaada açıklarında 299 km<sup>2</sup>, Gelibolu’da 75,6 km<sup>2</sup> ve Karabiga’da 410 km<sup>2</sup> alanlar, denizüstü rüzgar enerjisi için YEKA adayı olarak belirlenmiştir(<https://www.ruzgarenerjisi.com.tr> E.T. 22/12/2024). Türkiye’nin karasularında yaklaşık 75 GW teknik potansiyele sahip denizüstü rüzgar enerjisi alanları olduğu tahmin edilmektedir. 2040 yılına kadar 7 GW kapasite kurulabileceği öngörülmektedir. Su derinliklerinin genellikle 50 metreyi aştığı bölgelerde, yüzer temelli çözümler ön plana çıkmaktadır(Worldbank, 2024).

Türkiye, coğrafi konumu sayesinde önemli bir güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası’na (GEPA) göre yıllık ortalama güneşlenme süresi 2.741 saat ve yıllık ortalama ışıınım değeri 1.527,46 kWh/m<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır (<https://enerji.gov.tr> E.T. 01/12/2024). TÜBA (2018) tarafından hazırlanan Güneş Enerjisi Teknolojileri Raporuna göre Türkiye coğrafi konumu itibarıyla güneş enerjisi potansiyeli açısından çoğu ülkeye göre avantajlıdır. En yüksek enerji potansiyelini Güney Doğu Anadolu Bölgesi gösterirken en düşük potansiyeli Karadeniz Bölgesi göstermektedir. Ancak buna rağmen Karadeniz Bölgesinde görülen değerler Almanya’nın en yüksek potansiyele sahip olan noktalarından daha yüksektir. Güneydoğu Anadolu Bölgesini, Akdeniz Bölgesi izlemektedir.

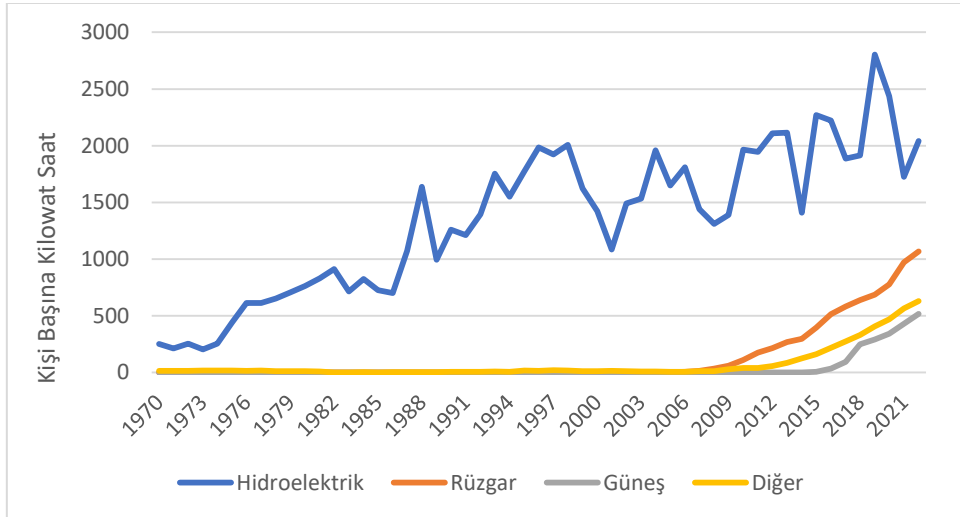
Biyokütle Enerjisi Potansiyel Atlası’na (BEPA) göre Türkiye’de toplanabilir olduğu değerlendirilen atıkların toplam ekonomik enerji eşdeğeri yaklaşık olarak 3,9 MTEP/yıl’dır (<https://enerji.gov.tr> E.T. 01/12/2024). Bu alandaki potansiyelin daha etkin kullanılabilmesi için yatırımlar artırılmalıdır.



**Grafik 3:** Türkiye’de Kişi Başına Fosil Yakıt Kaynaklı Enerji Tüketimi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 3’de Türkiye’de 1970-2022 yılları arasında kaynağa göre kişi başına fosil yakıtlardan kaynaklanan enerji tüketimi gösterilmektedir. Grafik’te belirtilmesi gereken hususlardan birincisi, fosil yakıt tüketiminde genel olarak bir artış eğiliminin olduğudur. Özellikle, 1980’li yıllarda Türkiye’nin enerji portföyüne giren doğal gaz tüketimindeki artış dikkat çekicidir. 2011 yılında kişi başına doğal gaz tüketimi petrol ve kömür tüketimini aşmıştır. Ancak 2015 yılından sonra petrol, tekrar en çok tüketilen fosil yakıt durumuna gelmiştir. Ayrıca, 2006 yılından sonra her üç fosil yakıt türünün kişi başına tüketiminin birbirine yakın değerler almaya başladığı görülmektedir.

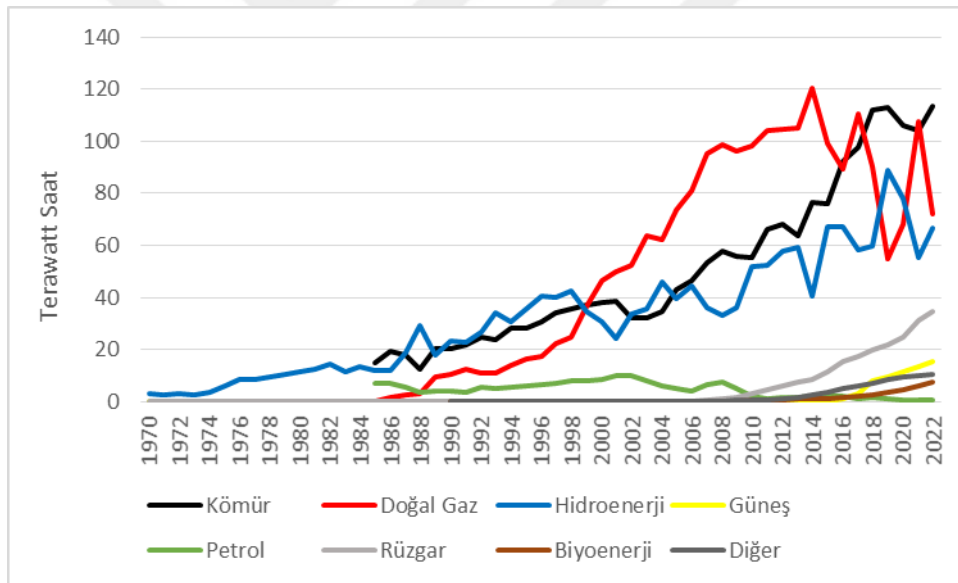


**Grafik 4:** Türkiye’de Kaynağa Göre Kişi Başına Yenilenebilir Enerji Tüketimi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 4’de ise Türkiye’de 1970-2022 yılları arasında kaynağa göre kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi gösterilmektedir. Türkiye’de en köklü ve yaygın yenilenebilir enerji kaynağı hidroelektriktir. Hidroelektrik tüketimi yıllar itibariyle önemli düşüşler de sergilemesine rağmen genel olarak bir artış trendi göstermiştir. Yenilenebilir enerji portföyüne diğer enerji türlerinin farkedilir düzeyde eklenmesi ise 2007 yılından sonra gerçekleşmiştir. Hali hazırda Türkiye’de tüketime konu yenilenebilir enerji kaynakları, hidroelektrik, rüzgar, güneş, biyoenerji ve jeotermal enerjidir. Grafikte “diğer” adı altında kastedilen enerji türü jeotermal ve biyoenerjidir.

Yenilenebilir enerji tüketimi fosil yakıt tüketimine kıyasla oldukça düşük seviyelerdedir. 2022 yılı için kişi başına toplam fosil yakıt tüketimi kişi başına toplam yenilenebilir enerji tüketiminin yaklaşık 4,5 katıdır. Yenilenebilir enerji yaygın olarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Grafik 5’de 1970-2022 yılları arasında Türkiye’de kaynağa göre elektrik üretimi gösterilmektedir.



**Grafik 5:** Türkiye’de Kaynağa Göre Elektrik Üretimi

**Kaynak:** Ourworldindata

Türkiye’de elektrik üretiminde fosil yakıt kullanımı yenilenebilir enerji kaynaklarına göre oldukça baskındır. Doğalgaz, 1999 yılından sonra elektrik üretiminde en çok kullanılan yakıt olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde hidroelektrik enerjisi açık ara öndedir. Kömürün yıllar itibariyle genel olarak artan kullanımı ve 2018 yılından sonra iniş çıkışlara rağmen elektrik üretiminde en fazla kullanılan yakıt olması dikkat çekicidir.

Son olarak, bir diğ er alternatif enerji kaynağı olarak değ erlendirilen ve farklı üretim yöntemleriyle elde edilebilen “Hidrojen”e de değ inmekte yarar vardır. Hidrojen, evrende en bol bulunan, renksiz, kokusuz, tatsız ve havadan hafif bir elementtir. Doğada saf halde bulunmayan hidrojen, genellikle su veya hidrokarbon bileşiklerinde yer aldığından üretilmesi gerekmektedir. Yakıldığında yalnızca su buharı saldığı için  evre dostu enerji kaynakları arasında gösterilmektedir. Ancak hidrojen; petrol, doğal gaz, kömür gibi birincil enerji kaynağı değıl, enerji taşıyıcısıdır ve doğal gaz, petrol, kömür, yenilenebilir enerji gibi kaynaklardan d n şt r lerek üretilir. Bu yönüyle, ısı ve elektrik gibi yaygın enerji taşıyıcıları arasında yer alır(Kılıç ve Oral, 2023:31). Hidrojen üretildiği kaynağı göre farklı isimlerle adlandırılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak suyun elektroliz yöntemiyle üretildiğinde, elde edilen hidrojen “yeşil hidrojen” olarak adlandırılır(Hızarcı, 2024: 89). Hidrojen enerjisi Türkiye’nin enerji politikalarına ilk kez 2007 yılında “Enerji Verimliliğı Kanunu” ile alternatif enerji kaynağı olarak dahil edilmiştir. 2011’de Bozcaada’da hidrojenle elektrik üreten bir proje hayata geçirilmiş ancak s rekliliğı sağlanamamıştır. 2020 itibarıyla hidrojen enerji politikalarında yeniden önem kazanmış, özellikle Karadeniz’in hidrojen üretim potansiyeli dikkat çekmiştir. 2023 yılında, Türkiye’nin ilk yeşil hidrojen tesisi Bandırma Enerji  ss ’nde inşaa edilmeye başlanmıştır. Ayrıca, HYSouthMarmara (Güney Marmara Hidrojen Kıyısı) Projesinin hayata geçirilmesiyle 2053 yılına kadar TR22 Güney Marmara Bölgesi’nin Türkiye’nin karbon nötr ekonomiye ulaşan ilk bölgeleri arasında yer alması hedeflenmektedir. Bu bölge, hidrojen ve türevlerini Avrupa’ya ihraç etme potansiyeliyle öne çıkmaktadır. Proje kapsamında yeşil hidrojenin yanı sıra sıvı ve katı hidrojen türevleri üretilerek bölgedeki hidrojen ekonomisinin büyümesi sağlanacaktır. Türkiye’nin metanol ve amonyak gibi hidrojen türevlerini ithal etmeyi azaltması için sürdürülebilir teknolojiler ve yerel kaynakların kullanılacağı proje kapsamında, Türkiye’nin ilk sodyum borat hidroksit tesisi kurulacaktır(Bilgiç, 2024:75-77). Türkiye, hidrojeni sürdürülebilir enerji geleceğine katkısı nedeniyle öncelikli alanlardan birisi olarak belirlemiştir. 2053 net sıfır karbon hedefleri doğrultusunda karbon sıfır ekonomi modeli oluşturmak amacıyla 2023 yılında “Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası” hazırlanmıştır. Bu kapsamda, mevcut mevzuatın hidrojen açısından gözden geçirilerek uygun hale getirilmesi, yeşil hidrojen üretiminde ve depolanmasında yerli aksam kullanılmasına yönelik teşvik mekanizmalarının ve sertifika programlarının oluşturulması, yerli ve milli teknolojilerin

(elektrolizör, yakıt hücresi vb.) geliştirilerek üretimi için Ar-Ge ve Ür-Ge'nin teşvik edilmesi, uluslararası iş birliklerinin gerçekleştirilmesi, ticari talep ve yatırımların teşvik edilmesi için kamu ve özel sektör iş birlikleri oluşturulması, nitelikli iş gücünün yetiştirilmesi ve tüm sektörlerde yeşil hidrojen kullanımının yaygınlaştırılmasının teşvik edilmesi gibi politikalar belirlenmiştir(Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023).

Genel olarak değerlendirmek gerekirse, fosil yakıtlar Türkiye’de kullanılan en yaygın yakıt türüdür. Yenilenebilir enerji alanında baskın kaynak hidroelektriktir. 2008 yılından sonra rüzgar ve güneş gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından da yararlanmaya başlayan Türkiye’de 2022 yılı itibariyle hidroelektrikten sonra en büyük yenilenebilir enerji üretimi rüzgar enerjisinden elde edilmektedir. Son yıllarda, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak “hidrojen” öncelikli alanlardan birisi olarak belirlenmiş ve yeşil hidrojenin üretilmesi, kullanılması ve yaygınlaştırılması için ulusal politikalar belirlenmiştir. Tüm bu alternatif enerji kaynaklarına yönelik geliştirilen stratejilere, yatırımlara ve Türkiye’nin iklim hedeflerine rağmen özellikle elektrik üretiminde diğer kaynaklara göre kömürün payının son dönemde artmakta olduğu dikkat çekicidir.

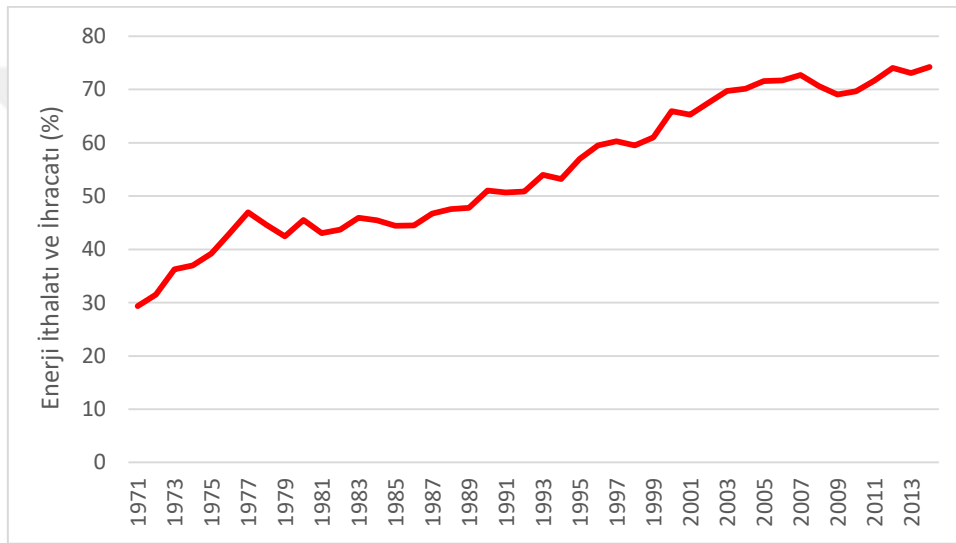
#### **4.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikaları**

Türkiye’nin enerji politikaları genel olarak değerlendirildiğinde; yerli üretim miktarının artırılması, enerji arz güvenliğinin sağlanması, enerji verimliliğinin artırılması, jeopolitik konumundan ötürü önemli bir enerji nakil güzergahına ev sahipliği yapmak, enerjiyi ucuz ve erişilebilir kılmak ve enerji portföyünün alternatif enerji kaynakları ile çeşitlendirilmesi başlıkları altında toplandığı söylenebilir. Özellikle AB ile müzakere sürecinde, Türkiye’nin enerji politikalarının enerji piyasalarının serbestleşmesi, enerji verimliliğinin artırılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi gibi politikaların etrafında şekillendiği anlaşılmaktadır. Bu noktada, enerji arz güvenliğinin sağlanmasının kritik önemde olduğunu belirtmekte yarar vardır. Türkiye, gelişmekte olan bir ülke olarak her geçen gün daha fazla enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Ülke içerisinde üretilen enerji miktarı ise enerji talebini karşılamakta oldukça yetersiz kalmaktadır. Bu durum enerji konusunda Türkiye’yi ithalata bağımlı duruma getirmiştir.

Akova(2024:197)’ya göre, Türkiye’nin enerji üretimi 1970-1998 yılları arasında düzenli olarak artmış, ancak enerji tüketimi çok daha hızlı bir şekilde artmıştır. 1970-2021 yılları arasında enerji üretimi 5,5 kat artarken, enerji tüketimi 12,9 kat artmıştır. Bu durum,

Türkiye'nin enerji tüketiminin yıllık ortalama artış hızının %5,1 olduğunu göstermektedir. Bu fark, Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamakta zorlandığını ve enerjide dışa bağımlılığının arttığını ortaya koymaktadır. 1970 yılında Türkiye, tükettiği enerjinin %77'sini üretebilirken, bu oran 2021 yılında %29'a düşmüştür. Türkiye'nin enerji üretimi ve tüketimi arasındaki bu büyük fark, ülkenin enerji arz güvenliği ve sürdürülebilirliği açısından önemli bir zorluk teşkil etmektedir.

Grafik 6'da, 1971-2014 yılları arasında Türkiye'de enerji ticareti gösterilmektedir. Grafikte enerji ticareti, enerji kullanımının yüzdesi olarak ölçülmektedir. Pozitif değerler, Türkiye'nin net enerji ithalatçısı olduğunu göstermektedir.



**Grafik 6:** 1971-2014 Yılları Arasında Türkiye’de Enerji İthalatı ve İhracatı (%)

**Kaynak:** Ourworldindata

1970’li yılların başında Türkiye’de üretilen enerji, enerji talebinin %70’den fazlasını karşılarken bu oran 2014 yılında yaklaşık %15’e kadar düşmüştür. Bu durum, Türkiye’nin enerjide dışarıya bağımlı olduğunu açıkça göstermektedir. Enerjide dışa bağımlılık, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve ithal enerjiye olan bağımlılığın azaltılması hedeflerini, enerji politikalarında stratejik hedefler olarak belirlenmesine neden olmuştur. Akova (2024:195), enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi adına 1980 yılında doğalgazla birlikte yeni enerji kaynakları kullanılmaya başlandığını belirtmektedir.

Her ne kadar I. Beş Yıllık Kalkınma Planında (1963-1967) devlet çiftliklerinin yakınında biyogaz üretim tesislerinin kurulmasının teşvik edilmesi öngörülmüş, III. Beş Yıllık Kalkınma Planında (1973-1977) ise jeotermal enerji ve nükleer enerji kaynaklarından

yararlanılması düşünülüyse de, ilk kez V. Beş Yıllık Kalkınma Planında(1985-1989) sanayi başta olmak üzere ekonominin diğer alanları ile sosyal ve kültürel hayatın ilerlemesiyle artan enerji ihtiyacını karşılamak için yenilenebilir enerji, özellikle güneş enerjisinden yararlanılacağı vurgulanarak bu alandaki yatırımların destekleneceği belirtilmiştir (Akova, 2024:187-190).

Günümüzde, Türkiye’de uygulanan yenilenebilir enerji politikalarının AB ile müzakere sürecinde gerçekleştirilen yasal düzenlemelere dayandığı açıkça görülmektedir. AB ile müzakere sürecinde “Fasıl 15-Enerji” başlığı, enerji alanındaki mevzuat uyumu ve uygulamalarını kapsamaktadır. Bu fasıl, enerji piyasalarının serbestleşmesi, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesi, nükleer güvenlik, çevre dostu enerji uygulamaları ve altyapının iyileştirilmesi gibi başlıkları içermektedir. Türkiye’nin bu alanda AB müktesebatına uyum sağlama çabaları arasında enerji piyasasının rekabete açık hale getirilmesi, yenilenebilir enerji üretiminin artırılması, enerji arz güvenliğinin güçlendirilmesi ve enerji verimliliğinin teşvik edilmesi gibi hedefler bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji, enerji arz güvenliği ve iklim değişikliğiyle mücadele açısından AB’nin öncelikli hedeflerinden birisidir. Bu kapsamda, 2005 yılında yayımlanan 5346 sayılı Kanun ve sonraki düzenlemeler, yenilenebilir enerjiye destek mekanizmaları sunmuş, 6094 sayılı Kanun ile yapılan değişiklikle de teşvik düzeyinin AB uygulamalarındaki gibi kaynak türü (rüzgar, güneş, jeotermal vd.) bazında belirlendiği YEK Destekleme Mekanizması (YEKDEM) tanımlanmıştır. Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) modeli ile büyük ölçekli güneş ve rüzgar enerjisi ihalelerinin önü açılmıştır. Tüm bunlarla birlikte lisanssız elektrik üretimi imkanı getirilmiştir. 2021 yılında yürürlüğe giren YEK-G Yönetmeliği ile tedarik şirketleri tarafından tüketicilere sağlanan yenilenebilir enerjiyi belgeleme imkanı sağlanmıştır. Özetle, Türkiye, enerji faslında mevzuat uyumu ve piyasa entegrasyonu alanlarında önemli ilerlemeler kaydetmiştir. Bu kapsamda, Türkiye’nin yenilenebilir enerjiye geçiş konularında AB standartlarını yakalama hedefinin sürdüğü rahatlıkla söylenebilir(<https://www.ab.gov.tr> E.T. 28/11/2024).

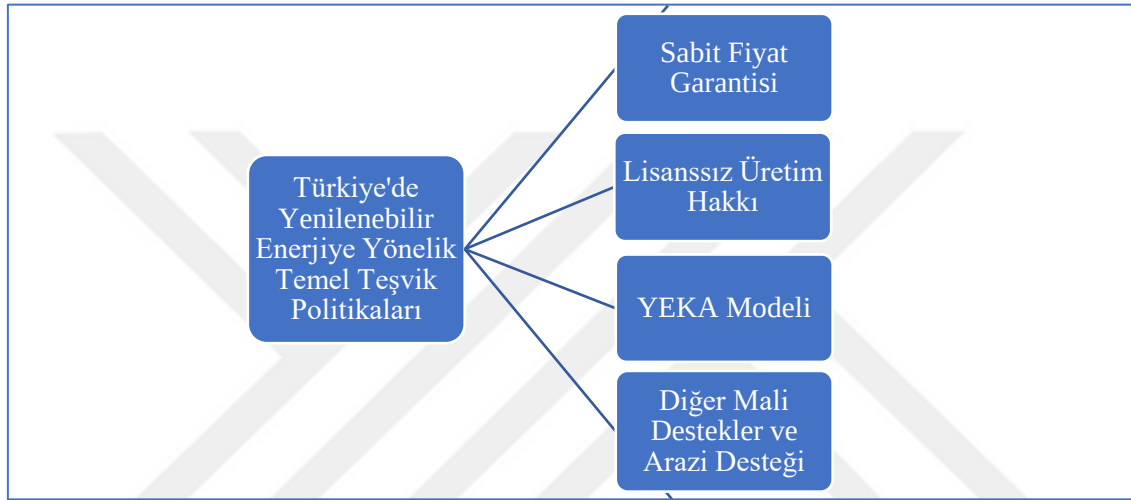
Akova’ya göre (2024:191-192) VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005) çerçevesinde Elektrik Piyasası Kanunu, Doğal Gaz Piyasası Kanunu ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunun çıkarılmasıyla Türkiye’nin enerji sektöründe büyük değişiklikler yapılmıştır. Bu yasal



düzenlemelerin yanında Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK) kurulmuştur. Ayrıca, Türkiye'nin rüzgar ve güneş enerjisi potansiyelini belirlemek amacıyla haritalar oluşturulmuştur. Tüm bu gelişmeler, özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmanın önemli ölçüde artmasına katkıda bulunmuştur. Narin(2023), Türkiye'de yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik teşviklerin sabit fiyat garantisi, lisanssız üretim hakkı, mali teşvikler (KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti), bölgesel teşvikler, büyük ölçekli yatırım teşviki ve stratejik yatırım teşvikinden oluştuğunu belirtmektedir. Bu düzenlemelerin tarihsel olarak gelişimine baktığımızda, ilk olarak 18/05/2005 tarihli ve 25819 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanunla önemli düzenlemeler ve teşvikler getirilmiştir. Buna göre, yenilenebilir enerji kaynaklarıyla kendi ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla azami 1000 kw'lık kurulu güce sahip elektrik üretim tesisi kuran kişilerden, DSİ veya EİE tarafından hazırlanan projeler için hizmet bedeli alınmayacağı, enerji üretim tesisleri, yerli üretim elektro-mekanik sistemlerin kullanımı, güneş pilleri ve odaklayıcı ünitelerle ilgili AR-GE ve imalat yatırımları ile biyokütleden enerji veya yakıt üretimine yönelik AR-GE tesis yatırımlarının, Bakanlar Kurulu kararıyla teşvik kapsamına alınabileceği, orman vasfındaki veya Hazineye ait taşınmazların, yenilenebilir enerji üretimi amacıyla bedeli karşılığında kiralama, kullanım izni veya irtifak hakkı tesisi şeklinde kullanılabilceği belirtilerek yatırım döneminde bu işlemlere %50 indirim uygulanacağı ve orman arazilerinde Ork y ile Ağaçlandırma  zel  denek Gelirlerinin alınmayacağı yönünde düzenlemelere yer verilmiştir. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektriğin devlet alım garantisi altında olmasını sağlayan bu kanun kapsamında, yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektriğin alım fiyatı 5,5 Euro cent/kWh olarak belirlenmiş ve Bakanlar Kurulu'na bu fiyatı %20 artırma yetkisi verilmiştir. Bacak vd. (2009:13)'e göre bu düzenleme, elektrik alım fiyatlarını 6,6 Euro cent/kWh seviyesine çıkarabilmektedir. Bu kapsamda, yapılan düzenleme yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin yasal çerçevesini oluşturma açısından önemli bir adım olarak de erlendirilse de, fiyatlandırma ve destek mekanizmaları bakımından yetersiz görülmüş, özellikle üretim maliyetleri yüksek olan yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygınlaşmasını engellemiştir. Bu durum, yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek yerine sınırlayıcı bir etki yaratmıştır Yenilenebilir enerji üretiminin artırılması amacıyla ortaya konulan teşviklerden sabit fiyat uygulamasının ilk hali yatırım

konusunda yeterli kısırdanma yaratmadığından 2010 yılında yapılan düzenlemeler ile sabit fiyat garantisi güçlendirilmiştir.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji politikaları, AB politikalarından etkilenmiş ve bu doğrultuda teşvikler sağlanmıştır. Türkiye'de mevcut durum itibariyle, elektrik enerjisi üretimindeki yenilenebilir enerji kaynaklarının payının ve kaynak çeşitliliğinin artırılması amacıyla izlenen teşvik politikaları şekil 4'de gösterilmektedir. Bunlar, sabit fiyat garantisi, lisanssız üretim hakkı, YEKA modeli ve son olarak diğer mali destekler ve arazi desteği şeklinde sıralanabilir.



**Şekil 4:** Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiyi Teşvik Politikaları

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur

- **Sabit Fiyat Garantisi:** Tüm dünya'da olduğu gibi Türkiye'de de yenilenebilir enerji için en yaygın teşvik türü sabit fiyat garantisidir(Narin, 2023:20). 2010 yılında kabul edilen 6094 sayılı Kanun kapsamında, yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen fazla elektrik 10 yıl süreyle I sayılı cetvelde belirlenen fiyatlarla sisteme satılabilmektedir. 2020 yılı sonuna kadar işletmeye giren tesislerde yerli mekanik veya elektro-mekanik ekipman kullanımı durumunda, bu fiyatlara II sayılı cetvelde belirtilen yerli katkı ilavesi eklenmektedir. Bu teşvikler, EPDK bünyesindeki Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM) aracılığıyla uygulanmaktadır. YEKDEM'den yararlanabilecek üretim tesisleri, 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun'da belirlenmiştir. Bu kaynaklar; rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, dalga, akıntı, gel-git enerjisi ve rezervuar alanı 15 km<sup>2</sup>'nin altında olan veya nehir tipi hidroelektrik santraller olarak tanımlanmıştır. YEKDEM kapsamında yer alan tesislere uygulanacak fiyatlar, YEK Kanunu ve 3453

sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı ile düzenlenmiştir. 18 Mayıs 2005 ile 30 Haziran 2021 tarihleri arasında işletmeye giren tesisler için belirlenen fiyatlar:

- Hidroelektrik ve rüzgar enerjisi için 7,3 USD cent/kWh,
- Jeotermal enerji için 10,5 USD cent/kWh,
- Biyokütle ve güneş enerjisi için 13,3 USD cent/kWh olarak uygulanmıştır.

1 Ocak 2021 ile 31 Aralık 2025 arasında işletmeye alınan tesisler için fiyatlar Türk Lirası cinsinden belirlenmiş ve bu fiyatların her yıl Ocak, Nisan, Temmuz ve Ekim aylarında üçer aylık dönemlerle güncellenmesi kararlaştırılmıştır. Güncelleme, 3453 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı'nda belirtilen yöntemle yapılmaktadır. Ayrıca, lisanslı üretim tesislerinde yerli aksam kullanılması ve bunun "Yerli Aksam Yönetmeliği" kapsamında belgelenmesi durumunda, işletmeye giriş tarihine bağlı olarak bu fiyatlara, daha önce belirtildiği gibi YEK Kanunu Ek-II cetvelinde veya Cumhurbaşkanlığı Kararı ekinde belirtilen ilave fiyatlar beş yıl süreyle eklenmektedir. Bu kapsamda 10 yıl süreyle,

- Hidroelektrik santralleri: Kilovatsaat başına 40 TL,
  - Rüzgar ve güneş enerjisi santralleri: Kilovatsaat başına 32 TL,
  - Jeotermal enerji santralleri: Kilovatsaat başına 54 TL,
- Biyokütleyle dayalı üretim tesisleri üç gruba ayrılmıştır:
- Çöp gazı ve atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynaklar: Kilovatsaat başına 32 TL,
  - Biyometanizasyon: Kilovatsaat başına 54 TL,
  - Termal bertaraf: Kilovatsaat başına 50 TL.

Yerli katkı desteği ise 5 yıl süreyle kilovatsaat başına 8 TL olarak belirlenmiştir. Bu rakamlar hali hazırda güncellenmektedir<sup>2</sup> ancak Türkiye'de son dönemde enflasyonun yüksek olması Türk Lirası ile olan sabit alım garantisinin cazibesi hakkında soru işaretlerine neden olmaktadır.

**-Lisanssız Üretim Hakkı:** Lisanssız üretim tesisleri, yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak elektrik üreten tesislerdir. Lisanssız elektrik üretimi, önlisans, lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf olarak yapılabilen faaliyetlerdir. Bu kapsamda, yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmek için lisans alma ve şirket kurma

---

<sup>2</sup> 01.09.2024 tarihi itibarıyla Yekdem destekleri üretim tipine göre 353,58 TL ile 185,52 TL arasında değişmektedir. Yerli aksam desteği ise üretim tipine göre 67,28 TL ile 37,76 TL arasında değişmektedir(<https://www.epias.com.tr> E.T. 28/11/2024).

zorunluluğu kaldırılmıştır. Böylece, lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf olarak yenilenebilir enerjiye dayalı üretim tesisi kurulabilmektedir. YEK kapsamında lisanssız üretim desteği, sabit lisans ve yıllık üretim için alınan kilovat başına lisans ücretinden muafiyet sunmaktadır. 2019 öncesinde 1 MW ile sınırlı olan bu muafiyet, 5 MW'a kadar kurulu güce sahip tesisleri de kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Yalçınar ve Özcan, 2021:266). Bu tesislerde üretilen elektrik, görevli tedarik şirketleri tarafından satın alınır. Görevli tedarik şirketleri, lisans süreleri boyunca YEKDEM'in doğal katılımcıdır. Lisanssız Elektrik Yönetmeliği kapsamında faaliyet gösteren gerçek veya tüzel kişiler, tesisin işletmeye geçiş tarihinden itibaren 10 yıl boyunca ihtiyaç fazlası enerjiyi, kendileri için belirlenen fiyatlar üzerinden görevli tedarik şirketlerine satabilir (<https://www.epdk.gov.tr> E.T. 02/12/2024). Ancak, lisanssız elektrik üreticilerinin satabileceği ihtiyaçlarının üzerindeki elektrik miktarı, ilişkili tüketim tesisinin toplam elektrik tüketimini aşamaz. Bu durumda, fazla enerji YEKDEM'e bedelsiz katkı olarak sayılır. Ancak 50 kW ve altındaki mesken abonelikleri için bu hüküm geçerli değildir. Satın alma işlemi, aylık mahsuplaşma sonucunda her fatura döneminde şebekeye aktarılan ihtiyaç fazlası elektrik enerjisinin abone grubunun perakende tek zamanlı aktif enerji birim fiyatı üzerinden görevli tedarik şirketi tarafından 10 yıl boyunca satın alınmak suretiyle gerçekleşir. Bu 10 yıllık süre, ilgili üretim tesisinin şebekeye enerji vermeye başladığı tarihten itibaren hesaplanır. 10 yıl sonunda, lisanssız üretim yapan tesisler, EPDK'nın belirleyeceği lisans bedelini ödeyerek ve gerekmesi durumunda piyasa fiyat farkı ödemesi yaparak lisanslı üretim faaliyetine geçebilir. Ayrıca belirli şartlarla lisanssız üretime devam etmek de mümkündür (<https://enerji.gov.tr> E.T. 19/12/2024).

**-YEKA Modeli:** Türkiye'de toplam elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının ve kaynak çeşitliliğinin artırılması büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla, Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) modeli geliştirilmiştir. YEKA modeli ile yenilenebilir enerji üretim tesislerinden satın alınan elektrik enerjisi maliyetlerinin azaltılması ile yerli üretim ve kalifiye insan kaynağı kapasitesinin de artırılması hedeflenmektedir. YEKA Yönetmeliği, 09/10/2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanmıştır. Bu yönetmelik ile yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesinde yeni bir yatırım modeli getirilmiştir. YEKA modeli sayesinde, kamu ve özel mülkiyete ait taşınmazlarda YEKA'lar oluşturularak enerji kaynaklarının

daha etkin ve verimli kullanılmasının sağlanması hedeflenmektedir. Bu model, yenilenebilir enerji teknolojilerinde yerli üretimi teşvik ederek Türkiye’de önemli bir üretim kapasitesinin oluşturulmasını amaçlamaktadır. Yerli üretim ve teknoloji transferine katkı sağlanarak, yenilenebilir enerji konularında araştırma-geliştirme faaliyetlerinin geliştirilmesi, ayrıca YEKA’larda üretilen elektriğin piyasa fiyatlarına göre daha ekonomik şartlarda satın alınması sağlanarak Yerli Üretim Karşılığı Tahsis (YÜKT) modeli kapsamında kurulacak fabrikalar ve AR-GE merkezleri ile ciddi anlamda istihdam ve teknoloji transferi gerçekleştirilmesi modelin diğer amaçlarıdır. YEKA’lar, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’nın idari ve teknik çalışmalarıyla belirlenip Resmi Gazete’de ilan edilmektedir. YEKA yarışmalarına katılacak kişiler, hangi alan için başvuru yapacaklarını bu ilanlardan öğrenmektedirler. YEKA Amaçlı Bağlantı Kapasite Tahsisi Yarışması’nda, kazanan tarafın bağlantı hakkı kazandığı bölgede önerdiği aday YEKA’lar, Bakanlığın onayıyla YEKA olarak ilan edilip yatırımcıya tahsis edilebilmektedir. YEKA’ların ve bağlantı kapasitelerinin tahsis işlemleri iki şekilde yapılmaktadır ve yöntem, yarışma ilanında belirtilmektedir. Yurtiçinde Üretim Karşılığı Tahsis Yönteminde, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üreten tesislerde kullanılan ekipmanı, belirlenen yerli katkı oranlarında ve yerli malı belgeli olarak yurt içinde üreten ya da üretmeyi taahhüt edenlere YEKA Kullanım Hakkı verilmektedir. Yerli Malı Kullanım Karşılığı Tahsis Yönteminde ise yenilenebilir enerji tesislerinde istenen yerli katkı oranlarına uygun yerli malı belgeli ekipman kullanmayı taahhüt edenlere YEKA kullanım hakkı tanınmaktadır(<https://enerji.gov.tr> E.T. 01/12/2024).

| <b>YEKA Modeli</b> | <b>Detaylar</b>                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Yöntem</b>                               | <b>Elektrik Üretimi (milyar kWh/yıl)</b> | <b>Toplam Kapasite (MW)</b> | <b>Durum</b>                                                                      |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>YEKA GES-1</b>  | Karapınar'da 1000 MWe kapasiteli güneş santrali. 500 Mw/yıl kapasiteli entegre güneş paneli fabrikası (%78,07 yerli katkı). Fabrikada en az 5 konuda AR-GE çalışmaları 10 yıl süreyle devam edecek. Her yıl en az 2,5 milyar kWh elektrik üretimi. | Yurt İçinde Üretim Karşılığı Tahsis (YÜKT)  | 2,5                                      | 1000                        | Tamamlanmıştır                                                                    |
| <b>YEKA RES-1</b>  | 1000 Mw kapasiteli istenilen yerli katkı oranlarında rüzgar santrali. Rüzgar türbini fabrikası (%65 yerlilik). Fabrikanın kapasitesi 150 adet/yıl veya 400 Mw/yıl türbin üretimi. AR-GE Merkezinde her yıl 50 teknik personel.                     | Yurt İçinde Üretim Karşılığı Tahsis (YÜKT)  | 3,8                                      | 1000                        | Fabrika ve AR-GE merkezi tamamlanmıştır. RES için İmar ve ÇED çalışmaları sürüyor |
| <b>YEKA RES-2</b>  | Her bir ilde 250 Mw gücünde olmak üzere toplam 1000 MW kapasitede rüzgar santralleri (Aydın, Muğla, Balıkesir, Çanakkale).                                                                                                                         | Yerli Malı Kullanım Karşılığı Tahsis (YMKT) | 3,8                                      | 1000                        | İmar ve ÇED çalışmaları sürüyor                                                   |
| <b>YEKA GES-3</b>  | 709 başvuru, 74 yatırımcı. 1000 MWe güneş santralleri (36 il, her biri 10-20 MWe).                                                                                                                                                                 | Yerli Malı Kullanım Karşılığı Tahsis (YMKT) | –                                        | 1000                        | Önlisans süreçleri devam ediyor                                                   |
| <b>YEKA GES-4</b>  | 1000 MWe kapasite. Niğde-Bor, Hatay-Erzin, Şanlıurfa-Viranşehir (15 santral, 50-100 MWe).                                                                                                                                                          | Yerli Malı Kullanım Karşılığı Tahsis (YMKT) | –                                        | 1000                        | Önlisans/lisans süreçleri devam ediyor                                            |
| <b>YEKA RES-3</b>  | 850 MWe kapasite (20 bağlantı bölgesi, 20-80 MWe).                                                                                                                                                                                                 | Yerli Malı Kullanım Karşılığı Tahsis (YMKT) | –                                        | 850                         | Önlisans süreçleri devam ediyor                                                   |

**Tablo 11:** Tamamlanan YEKA Yarışmalarına İlişkin Temel Bilgiler

**Kaynak:** <https://enerji.gov.tr> E.T. 01/12/2024.

**Not:** Tabloda belirtilen bilgiler 15.06.2023 tarihi itibarıyla.

Tablo 11’de tamamlanan YEKA projelerine ilişkin temel bilgiler yer almaktadır. Altı projenin beşi 1000 Mw kapasitesindedir. 2024 yılı itibariyle dünyanın en büyük güneş santrallerinden birisi olan Hindistan’daki Bhadla Güneş Santrali’nin kapasitesinin 2245 Mw olduğu göz önünde bulundurulduğunda(<https://ornatesolar.com> E.T. 07/12/2024), YEKA projelerinin kapasitelerinin dikkat çekici olduğu söylenebilir.

**-Diğer Mali Destekler ve Arazi Desteği:** Yukarıda belirtilen teşvikler dışında KDV istisnası ve gümrük vergisi muafiyeti gibi mali destekler de söz konusudur. 2021 yılından itibaren bu destekler genişletilmiş ve özellikle lisanssız rüzgar ve güneş enerjisi yatırımlarının dördüncü bölge teşviklerinden faydalanması mümkün hale getirilmiştir. Bu düzenlemeyle birlikte rüzgar ve güneş enerjisi projelerine KDV muafiyeti, gümrük vergisinden muafiyet, %30 oranında vergi indirimi ve 6 yıl süreyle işveren sigorta prim desteği gibi ek avantajlar sunulmuştur (Narin, 2023:22). Ayrıca, Hazine taşınmazlarının üzerinde yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı lisanssız elektrik üretimi yapılması amacıyla irtifak hakkı tesis edilmesine veya kullanma izni verilmesine yönelik 7 Şubat 2014 tarihli Resmi Gazetede, 362 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliği yayımlanmıştır. Tebliğe göre kurulu gücü 500 kW’e kadar olanlar için 20 yıla kadar, kurulu gücü 500 kW ile 1 MW arasında olanlar için ise 30 yıla kadar irtifak hakkı tesis edilebilecek veya kullanma izni verilebilecektir. Ayrıca, diğer amaçlarla yatırımcılar lehine irtifak hakkı tesis edilen veya kullanma izni verilen Hazine taşınmazlarının bir kısmında hak lehtarları tarafından kendi ihtiyaçlarını karşılamak da dahil olmak üzere bedeli karşılığı 1 MW’e kadar lisanssız elektrik üretimi yapılmasına izin verilebilecektir. Tüm bunlarla birlikte irtifak hakkı veya kullanma izni bedeline %85 oranında indirim uygulanacağı ve bu tesislerden hasılat payı alınmayacağı hüküm altına alınmıştır. 10/09/2022 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan 412 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliği ile 362 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliği yürürlükten kaldırılmıştır. 412 sıra sayılı Milli Emlak Genel Tebliğinde, Hazine taşınmazları üzerinde 29 yıla kadar irtifak hakkı tesisi veya kullanma izni verilebileceği, irtifak hakkı veya kullanma izni bedellerinin taşınmazın rayiç bedelinin %1 olarak belirleneceği, 362 sıra sayılı tebliğde olduğu gibi diğer amaçlarla yatırımcılar lehine irtifak hakkı tesis edilen veya kullanma izni verilen Hazine taşınmazlarının bir kısmında hak lehtarları tarafından bedeli karşılığı lisanssız elektrik üretimi yapılmasına izin verilebileceği belirtilmektedir. Ayrıca 412 sıra sayılı tebliği kapsamında da bu tesislerden hasılat payı alınmayacağı hüküm altına alınmıştır.

Son olarak, yenilenebilir enerjiyi destekleyen iki düzenlemeden de bahsetmekte yarar vardır. İlki, Yenilenebilir Enerji Kaynak Garanti Sistemidir (YEK-G). YEK-G Sistemi, yenilenebilir enerji kaynaklarının daha geniş bir ölçekte benimsenmesini sağlamak, çevreyi korumak ve yenilenebilir enerjiyi herkes için erişilebilir kılmak amacıyla, EPIAŞ tarafından blokzincir teknolojisiyle geliştirilmiş yenilikçi bir takip ve belge sistemidir. 1 Haziran 2021’de devreye alınan ve tamamen gönüllülük esasına dayanan sistem, yerli bir yazılım ürünü olup şebekeye verilen her 1 MWh yenilenebilir enerjiyi belgelendirmektedir. Bu belge, enerjinin üretim kaynağına dair kanıt sağlayarak tüketicilere satın aldıkları enerjinin yenilenebilir kaynaklardan üretildiğini doğrulama olanağı sunmaktadır. Bu sistem sayesinde üreticiler, yenilenebilir enerji kullanımını artırma imkanı elde etmektedir. Böylece, tedarikçiler portföylerinde yenilenebilir enerji bulunduğunu doğrulayabilirler. Tüketiciler ise enerji kaynağına dair bilgi edinirken çevreyi korumaya katkıda bulunurlar. EPIAŞ tarafından düzenlenen Organize YEK-G Piyasası, YEK-G belgelerinin ticaretini mümkün kılmaktadır. Bu sistem, karbon nötr hedeflerine ve sürdürülebilir kalkınmaya destek sağlayarak, enerji sektöründe şeffaflık ve güven yaratmayı amaçlamaktadır(<https://www.epias.com.tr> E.T. 16/12/2024 ). Bu ve benzeri sistemlerle entegre çalışan bir yenilenebilir portföy standartları ise henüz Türkiye’de uygulanmamaktadır.

İkincisi ise emisyon ticaret sistemidir. Türkiye’de karbon fiyatlandırma çalışmaları, 2013 yılında Dünya Bankası ile başlatılan bir proje ile başlamıştır. Bu proje ile yaklaşık 7 yıl süren teknik destekle karbon fiyatlandırma mekanizmalarının ekonomiyeye, bütçeye ve sektörlerle etkileri analiz edilmiş ve Türkiye için en uygun piyasa temelli mekanizmanın Emisyon Ticaret Sistemi (ETS) olduğu kanaatine varılmıştır (<https://iklim.gov.tr> E.T. 16/12/2024). Buna göre henüz hayata geçmemiş olan Türkiye’nin ETS programının pilot döneminin 2025 yılında başlatılması, 2027 yılında ise 1. Uygulama Döneminin hayata geçirilmesi planlanmaktadır(<https://ticaret.gov.tr> E.T. 16/12/2024).

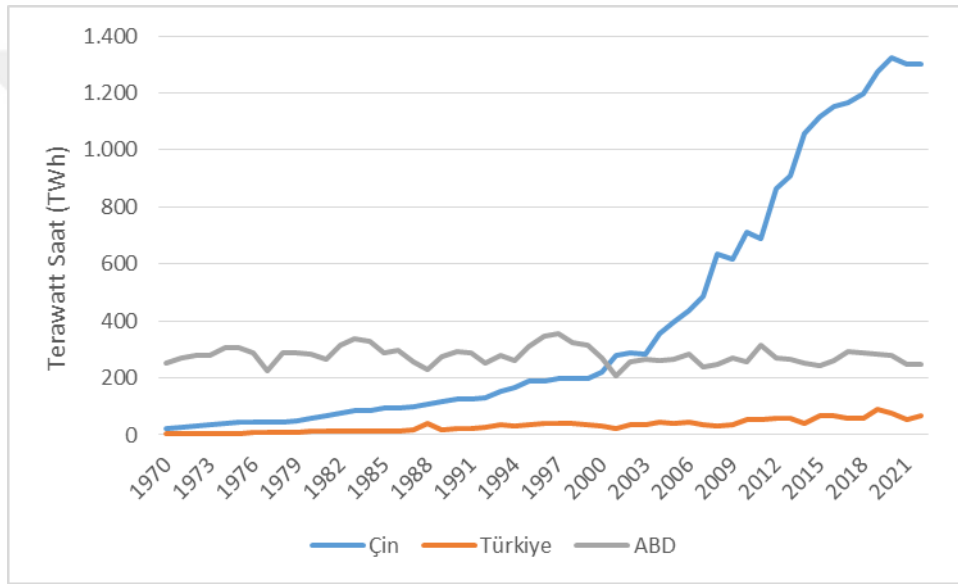
#### **4.4. Çin’de Yenilenebilir Enerjinin Görünümü**

Çin’deki yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam potansiyeli çok büyüktür ve Çin’in gelecekteki enerji talebini karşılayabileceği düşünülmektedir(Liu vd. 2011). Zhang vd.(2018:223), Çin’in yenilenebilir enerjide önemli ilerlemeler kaydetmiş olmasına



rağmen hala kullanılmamış kaynaklar açısından büyük bir potansiyelinin varlığına işaret etmektedir.

Çin’de en yaygın kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı hidroelektriktir. Hidroelektrik santralleri çoğunlukla kömüre sınırlı erişimi olan bölgelerde kurulmaktadır. Bu santrallerin büyük bir kısmı Yangtze, Güneydoğu Kıyısı ve Pearl Nehirleri üzerinde yer almaktadır. Ayrıca Çin, yeni hidroelektrik santralleri inşa etmeye ve mevcut santralleri geliştirmeye devam etmektedir. Özellikle küçük hidroelektrik santrallerin geliştirilmesinin kırsal bölgelerin ekonomik büyümesine katkı sağladığı görülmektedir(Balakrishnan vd. 2020:2).



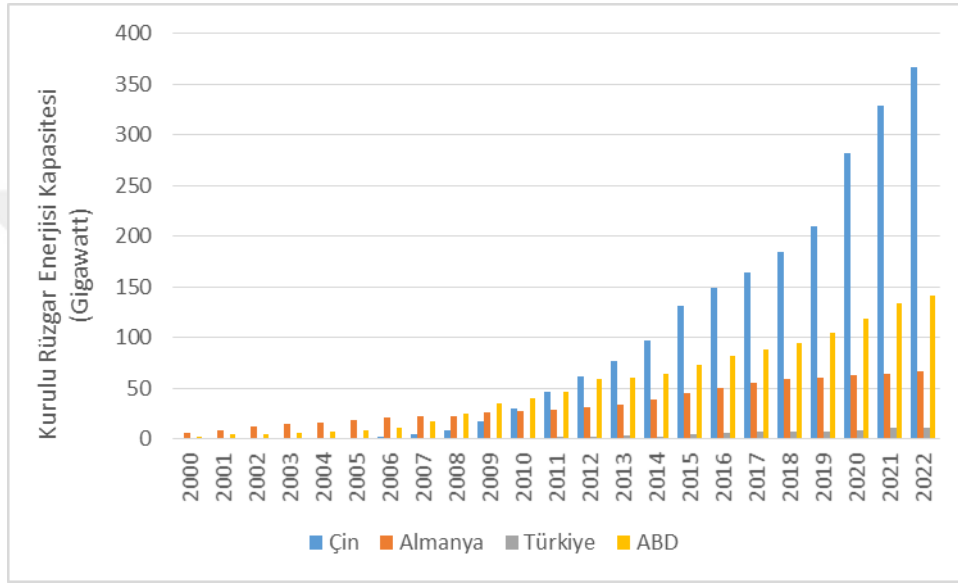
**Grafik 7:** 1970-2022 Yılları Arasında Yıllık Hidroelektrik Üretimi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 7’de, Çin’de 1970-2022 yılları arasındaki yıllık hidroelektrik üretimi miktarı Türkiye ve bir diğer hidroelektrik kaynağı üretimince zengin ülke olan ABD ile karşılaştırılmaktadır. Çin, hidroelektrik enerji üretiminde üst sırada yer alan ABD’yi 2001 yılından itibaren geçerek lider konuma yükselmiştir. Türkiye ve ABD’de üretim yıllar itibariyle artış ve azalışlarla birlikte nispeten sabit bir aralıkta devam etmiştir. Ancak Çin’de 2000 yılında itibaren ciddi bir artış trendi dikkat çekmektedir.

Çin, dünyadaki en büyük rüzgar enerjisi kurulu kapasitesine sahiptir. Ancak, rüzgar enerjisinin coğrafi dağılımı enerji talebi ile uyumsuz olduğundan bu durum rüzgar enerjisinin maksimum düzeyde kullanılmasını engellemektedir. Yüksek enerji talebine sahip kuzey doğu kıyı bölgeleri daha az rüzgar kaynağına sahipken, büyük rüzgar enerjisi

potansiyeline sahip kuzey bölgelerinde enerji talebi nispeten düşüktür (Balakrishnan vd. 2019:3-4). Jelley (2023:60), Çin’ de rüzgar enerjisinin kara potansiyelinin kendi bölgelerinin elektrik ihtiyacını rahatlıkla karşılayacağını belirtmektedir. Çin için tek sorun rüzgarın değişkenliğini idare edecek kaynakların gerekliliğidir. Çin, deniz üstü rüzgar enerjisi kurulu gücünde de lider konumdadır. Çin, 2022 yılında ilave yatırımlarıyla bu alanda liderliğini sürdürmüştür. Çin’i, ikinci sırada Birleşik Krallık üçüncü sırada ise Almanya takip etmektedir(<https://dunyaenerji.org.tr> E.T. 01/12/2024).



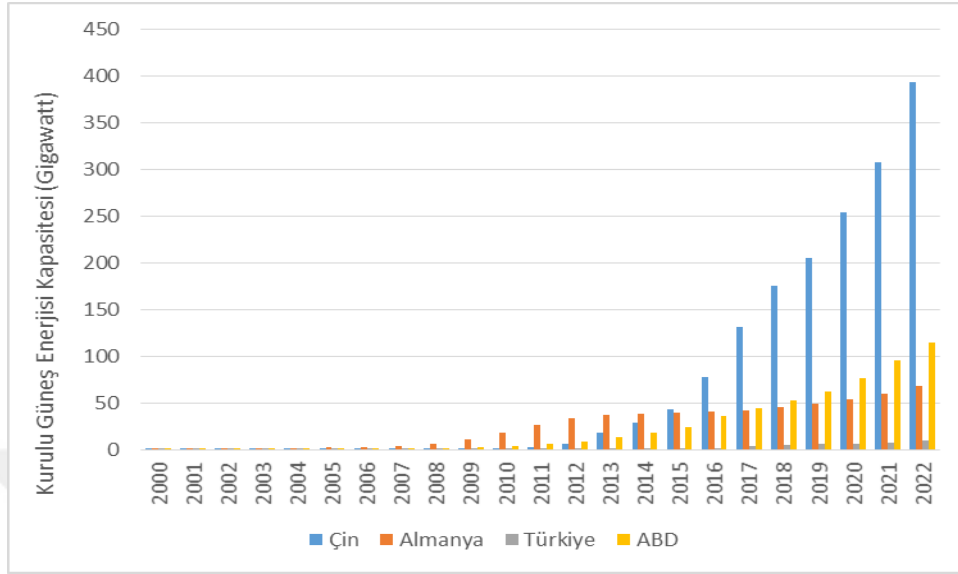
**Grafik 8:** 2000-2022 Yılları Arasında Kurulu Rüzgar Enerjisi Kapasitesi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 8’de Çin, ABD, Almanya ve Türkiye’de kurulu rüzgar enerjisi kapasitesi gösterilmektedir. Çin, 2011 yılıyla birlikte kurulu rüzgar enerjisi kapasitesinde dünya lideri konumuna yükselmiştir. 2015 yılından itibaren ABD ve Almanya’nın toplam kurulu kapasitesinin üzerinde bir kurulu kapasiteye sahip olmuştur. Türkiye ise rüzgar enerjisi kurulu kapasitesinde bu ülkelerin oldukça gerisinde kalmıştır.

Çin, güneş enerjisi açısından da yüksek bir potansiyele sahiptir. Güneş enerjisinin elektrik üretiminde kullanılabilirliği konusunda günlük radyasyon ve farklı rakımlardaki değişkenlikler endişe kaynağıdır. Ancak, Çin’in yüzölçümünün yaklaşık %67’si güneş enerjisi sistemleri kurmak için uygun bir potansiyele sahiptir. Çin’de güneş enerjisi hızla gelişmiş ve büyük güneş çiftlikleri sayesinde güneş enerjisi kurulu kapasitesi hızla artmıştır. Ancak, güneş enerjisinin genel enerji tüketimindeki payı hala düşüktür. Bu durum, maliyetlerin yüksek olması ve ucuz kömüre kolay erişimden kaynaklanmaktadır.

Kömür, Çin'in elektrik ihtiyacının büyük bir kısmını karşılamaktadır(Balakrishnan vd. 2020:4-5).

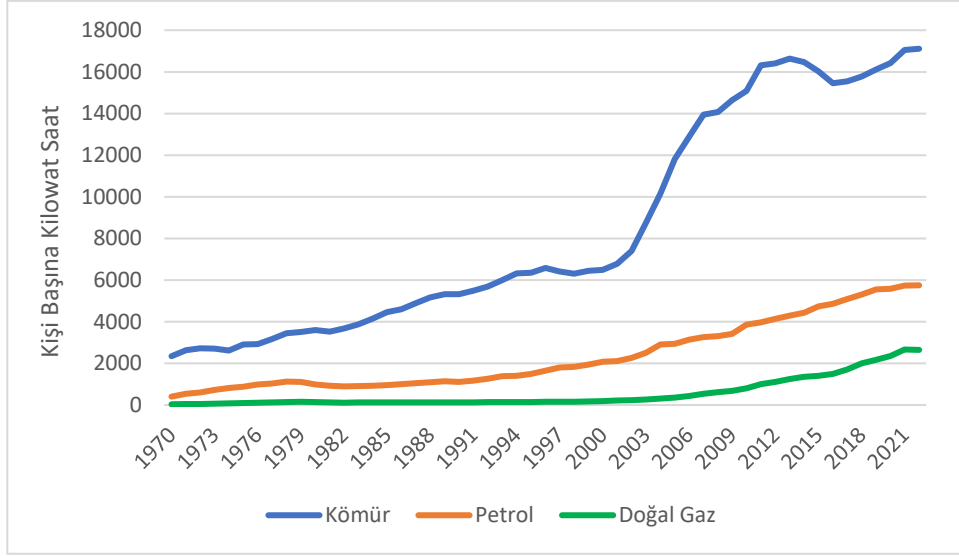


**Grafik 9:** 2000-2022 Yılları Arasında Kurulu Güneş Enerjisi Kapasitesi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 9'da Çin, ABD, Almanya ve Türkiye'de kurulu güneş enerjisi kapasitesi gösterilmektedir. Çin, 2015 yılından itibaren kurulu güneş enerjisi kapasitesinde dünya lideri konumuna yükselmiştir. 2017 yılından itibaren ABD ve Almanya'nın toplam kurulu kapasitesinin üzerinde bir kurulu kapasiteye sahip olmuştur. Çin, kurulu güneş enerjisi kapasitesinde dünya liderliğini rüzgar enerjisine göre daha geç elde etmiştir. Özellikle, 2015 yılından sonraki kurulu kapasite artışı dikkat çekicidir. Türkiye ise tıpkı rüzgar enerjisinde olduğu gibi güneş enerjisi kurulu kapasitesinde de bu ülkelerin oldukça gerisinde kalmıştır.

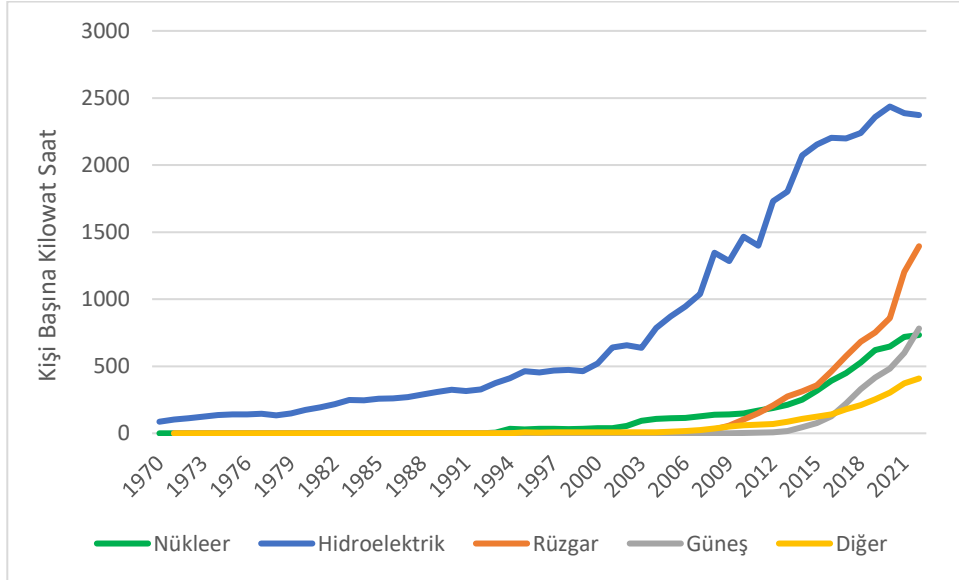
Çin, enerji ihtiyacının büyük kısmını halen fosil yakıtlardan karşılamaktadır. Her ne kadar yenilenebilir enerji alanında ülke kapasitesini artırmak, Çin için stratejik bir hedef olarak görülse de, yenilenebilir enerji üretimi artan enerji ihtiyacını karşılayabilecek kapasiteye erişene kadar fosil yakıt tüketiminin artarak devam edeceğini tahmin etmek güç değildir.



**Grafik 10:** Çin’de Kişi Başına Fosil Yakıt Kaynaklı Enerji Tüketimi

**Kaynak:** Ourworldindata

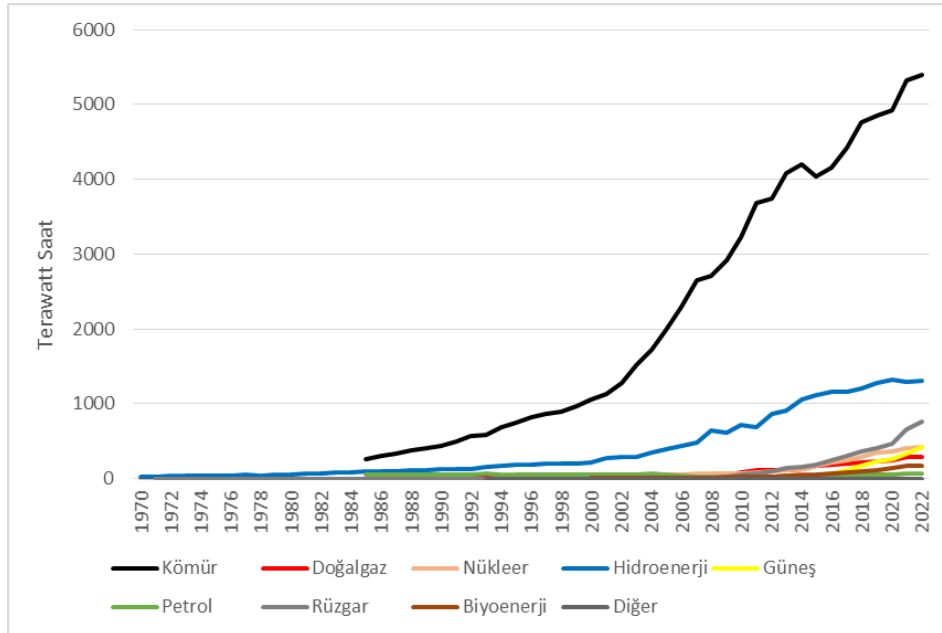
Grafik 10’da, Çin’de 1970-2022 yılları arasında kaynağa göre kişi başına fosil yakıt tüketimi gösterilmektedir. Çin’de fosil yakıt tüketiminde kömür açık ara öndedir. Kömürü petrol ve doğalgaz takip etmektedir. Özellikle, 2002 yılından sonra kömür tüketimindeki yüksek artış dikkat çekicidir. Kömür tüketimindeki artış 2013-2016 yılları arasında bir düşüş yaşamış ancak daha sonra artmaya devam etmiştir. Petrol ve doğalgaz tüketimi ise yıllar itibariyle istikrarlı bir artış göstermiştir.



**Grafik 11:** Çin’de Kaynağa Göre Kişi Başına Yenilenebilir Enerji Tüketimi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 11’de ise Çin’de 1970-2022 yılları arasında kaynağa göre kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi gösterilmektedir. Daha önce de belirtildiği gibi Çin’de yenilenebilir enerji tüketiminde en büyük pay hidroelektrik enerjisine aittir. 2012 yılına kadar nükleer enerji ikinci sıradayken o tarihten sonra rüzgar enerjisi ikinci sırayı almıştır. Nükleer enerji üçüncü sıradadır ancak 2022 yılında güneş enerjisi nükleer enerjiyi geçmiştir. Nükleer enerji fosil olmayan bir enerji kaynağıdır. Çin, düşük karbonlu enerji geliştirme ve iklim değişikliğiyle mücadelede nükleer enerjiyi araçlarından birisi olarak listelemiştir(Heggelund, 2021:16). Uluslararası Atom Enerjisi Ajansına (IAEA) göre 31 Aralık 2023 tarihi itibarıyla Çin’de 55 faal nükleer güç ünitesi ve yapım aşamasında olan 24 nükleer güç ünitesi bulunmaktadır. Nükleer enerji, 2023 yılında toplam elektrik enerjisinin %4,86’sını oluşturmuştur(<https://cnpp.iaea.org> E.T. 06/12/2024). Grafikte diğer yenilenebilir enerji kaynağı olarak gösterilen enerji kaynakları, jeotermal enerji gibi daha düşük düzeyde kullanılan enerji kaynaklarını ifade etmektedir. Çin için toplam fosil yakıt tüketimi ile toplam yenilenebilir enerji tüketimi kıyaslandığında 2022 yılı itibarıyla fosil yakıt tüketimi yenilenebilir enerji tüketiminin yaklaşık 4,5 katıdır. Elektrik enerjisi üretimi, yenilenebilir enerji kaynaklarının en yaygın kullanım alanlarından birisidir. Grafik 12’de 1970-2022 yılları arasında Çin’de kaynağına göre üretilen elektrik enerjisi gösterilmektedir.



**Grafik 12: Çin’de Kaynağa Göre Elektrik Üretimi**

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 12’de görüldüğü üzere Çin’de elektrik üretiminde en fazla kullanılan yakıt kömürdür. Kömür kullanımı 2002 yılından sonra ciddi oranda artmıştır. Elektrik üretiminde en fazla kullanılan diğer bir kaynak olan hidroelektrik kömürün çok gerisindedir. Öyle ki, elektrik üretiminde kömür kullanımı diğer tüm kaynak türlerinin toplamından daha fazladır. Son yıllarda rüzgar enerjisi kullanımındaki artış da dikkat çekicidir. Rüzgar, Çin’de elektrik üretiminde en fazla kullanılan üçüncü kaynak türüdür. Ancak, kömürle kıyaslandığında kullanım oranı oldukça düşüktür. Bu durum, yenilenebilir enerji alanındaki gelişmelere rağmen Çin’in net sıfır emisyon hedefine ulaşması için daha fazla yenilenebilir enerji kapasitesi oluşturması gerektiğini açıkça göstermektedir.

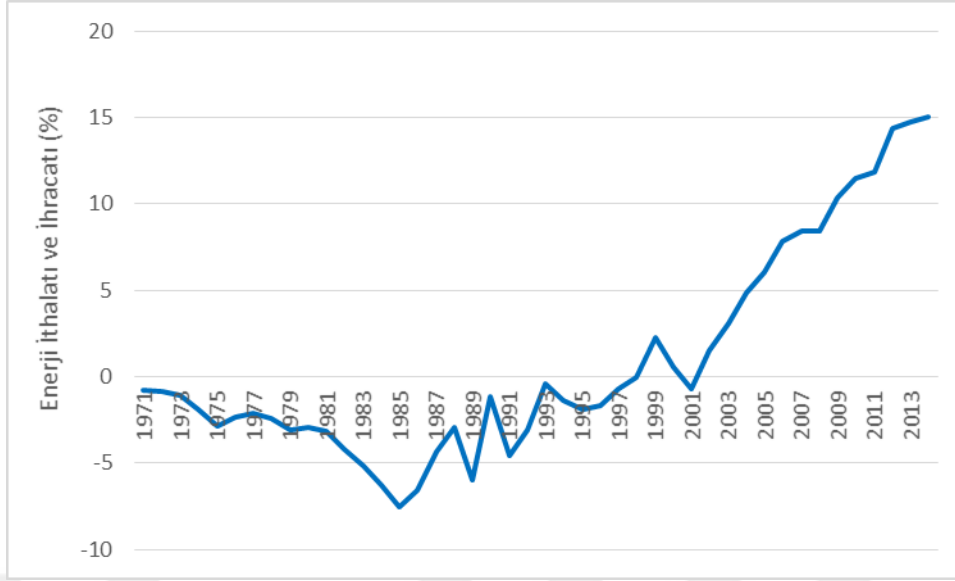
Son olarak Çin’de “hidrojen”in durumuna bakmak yararlı olacaktır. Yeşil hidrojen, Çin’in iklim hedefleri doğrultusunda önemli bir temiz enerji kaynağı olarak dikkat çekmiştir. 2021 yılı rakamlarına göre Çin, Dünya’nın en büyük hidrojen tüketicisi konumundadır (Bilgiç, 2024:72). Hidrojen üretiminde de dünya lideri olan Çin, yıllık 20 milyon tonun üzerinde kapasiteye sahiptir. Ancak üretim büyük ölçüde fosil enerji kaynaklarından sağlandığından, karbon salımları yüksektir ve bu durum Çin’in “karbon nötrlüğü” hedefleriyle uyumsuzluk göstermektedir. Temiz enerjiden hidrojen üretimi ve hidrojenin enerji olarak kullanımı ise sınırlı düzeylerde (Chai vd. 2021:1932).

Yeşil hidrojen, tamamen sürdürülebilir bir enerji geçişini destekleyen en uygun seçenektir. Yenilenebilir elektrikle çalışan su elektrolizi, yeşil hidrojen üretiminde en yaygın kullanılan yöntemdir. Bu enerji taşıyıcısı, yenilenebilir elektrik üretimindeki büyümeyi sürdürülebilir kılarken, elektrifikasyonun zor olduğu sektörlerde önemli bir çözüm sunmaktadır. Özellikle, şebeke dışında kalan alanlar ve yüksek enerji yoğunluğu gerektiren uygulamalar için etkili bir alternatif olarak dikkat çekmektedir. Ayrıca, kimyasal süreçlerde hammadde olarak kullanılarak sentetik yakıt üretimine de katkı sağlamak, değişken yenilenebilir enerji kullanımını destekleyerek enerji sistemine ek esneklik kazandırmak ve depolama olanaklarını artırmak gibi önemli avantajlara sahiptir. Ancak, bu potansiyelin tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi için birtakım zorlukların aşılması gerekmektedir. Bunlar arasında en dikkat çekici olan, yüksek üretim maliyetleridir (Dünya Enerji, 2020). Çin’in yeşil hidrojene yönelik önemli düzenlemeleri ve yatırımları söz konusudur. Aralık 2020’de Çin, farklı hidrojen üretim yöntemleri için sera gazı hesaplama kriterlerini sunan ilk yeşil hidrojen standardı olma özelliğini taşıyan

resmi bir belgeyi yayımlamıştır(Liu vd. 2022). Yeşil hidrojenin, ABD, Çin ve AB ekonomisinde 2030 yılına kadar rekabetçi maliyetlere ulaşması beklenmektedir(Pingkuo ve Junqing, 2024).

#### 4.5. Çin’de Yenilenebilir Enerji Politikaları

Çin, dünyadaki CO<sub>2</sub> salımının %27’sini gerçekleştirerek en büyük karbon salımına neden olan ülke konumunda olmasına rağmen yenilenebilir enerji üretimi ve kapasitesinde de lider konumundadır. Rüzgar ve güneş enerjisi santralleri inşasında öncü bir rol üstlenen Çin, kömür santralleri inşa etmeye de devam etmektedir (<https://dunyaenerji.org.tr> E.T. 01/12/2024). Bu durumun ipuçlarını Çin ekonomisinin gerçekleştirdiği yüksek büyüme rakamlarında ve bunun sonucunda artan enerji tüketiminde görmek mümkündür. Çin, her ne kadar enerji portföyünde bulunan yenilenebilir enerjinin payını artırmak konusunda önemli adımlar atsa da, bunu gerçekleştirene kadar artan enerji talebini başta kendi fosil yakıtlarından ürettiği enerjiyle ve ithal enerjiyle karşılamaktadır. Grafik 13’de 1971-2014 yılları arasında Çin’de enerji ticareti gösterilmektedir. Grafikte enerji ticareti, enerji kullanımının yüzdesi olarak ölçülmektedir. Negatif değerler, Çin’in net enerji ihracatçısı olduğunu, pozitif değerler ise net enerji ithalatçısı olduğunu göstermektedir. Grafikte görüldüğü gibi 1998 yılına kadar net enerji ihracatçısı olan Çin, bu tarihten sonra net enerji ithalatçısı durumuna gelmiştir. 2001 yılında enerji ithalatında bir azalış gerçekleşse de daha sonrasında enerjide dışa bağımlılık giderek artmıştır. Bu durum, yenilenebilir enerji kapasitesini yeterince geliştirememesi durumunda fosil yakıtlara olan bağımlılığın süreceğini açıkça göstermektedir. Bu nedenle, gerek iklim değişikliğiyle mücadeledeki önemi gerekse enerjide ithalata olan bağımlılığı azaltacak, hatta bitirebilecek olması gibi olumlu sonuçları nedeniyle yenilenebilir enerji Çin için stratejik bir sektör olarak değerlendirilmektedir.



**Grafik 13:** 1971-2014 Yılları Arasında Çin’de Enerji İthalatı ve İhracatı (%)

**Kaynak:** Ourworldindata

1990’lı yılların başında iklim değişikliği sorunu Çin’de çok az ilgi görürken 1990’lı yılların sonunda merkezi ekonomik kalkınmanın göbeğine yerleştirilmesinin bir nedeni de Çin’de gerçekleşen ciddi hava kirliliğidir(Heggelund,2021:12). Çin enerji gereksinimini karşılamak ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için yenilenebilir enerjiyi teşvik etmiş ve uygulanan teşvik politikaları bu alandaki hızlı gelişmenin temel itici gücü olmuştur(Zhang vd.2018:218). Yenilenebilir enerjiyi geliştirmek Çin’de, sera gazlarını azaltmanın ana teknolojisi haline gelmiştir(Zeng vd. 2013:39).

Çin’de ekonomik, siyasi ve toplumsal düzeni sağlamak için beş yıllık planlar büyük önem taşımaktadır. 2001-2005 yıllarını kapsayan 10. Beş Yıllık Plan, özellikle güneş, rüzgar ve jeotermal enerji kaynaklarının artırılması gerektiğine vurgu yapmıştır(Ataçay, 2023:129). Bu duruma uygun olarak, yenilenebilir enerjiye yönelik finansman, 10. Beş Yıllık Plan’dan itibaren artarak sürekli bir yükseliş göstermiştir(Huang vd. 2012:126).

Zeng vd.(2013:37-38)’e göre Çin’de yenilenebilir enerji uzun süredir temel politika alanlarından biri olsa da, bu alandaki politika sistemi 2005 yılında çıkarılan “Yenilenebilir Enerji Kanunu” ile şekillenmeye başlamıştır. Bu yasa, Çin’de yenilenebilir enerji ile ilgili çıkarılan ilk yasa olmasının yanı sıra, yenilenebilir enerjinin stratejik önemini tanımlamış ve gelişimine rehberlik eden anahtar bir metin olarak temel yasal ve politik çerçeveyi oluşturmuştur. Bu kapsamda, 2005 yılından itibaren yenilenebilir enerji gelişimini desteklemek için kapsamlı bir politika sistemi oluşturulmuştur. Bu sistem; yasalar, düzenlemeler, kalkınma planları, idari tedbirler, fiyat düzenlemeleri, maliye ve



vergi teşvikleri, teknoloji standartları ve özel önlemleri kapsamaktadır. Böylece, bu politikalar Çin'in yenilenebilir enerji sektöründeki gelişimini destekleyen temel bir yapı oluşturmuş ve sektörel büyümeyi hızlandırmıştır.

Kaya ve Bayraktar (2019:178-179), Çin'in son 12 yılda 100'den fazla yeni politika uygulayarak yatırımcılar ve hükümetin ortak çalışmasıyla yenilenebilir enerji alanında dünya lideri olduğunu belirtmektedir. Çin, yenilenebilir enerji kapasitesini artırmak için yatırımların yanında gerekli ekipmanları yurt içinde üreterek hem iç talebi karşılamış hem de yenilenebilir enerji teknolojilerini ihraç eden bir ülke konumuna gelmiştir. 2017 verilerine göre Çin'in 126,6 milyar dolarlık yeni yatırım yaparak dünya çapında yapılan yenilenebilir enerji yatırımlarının %45'ini tek başına gerçekleştirmiş olması, bu durumun bir göstergesidir.

Liu vd.(2013), Çin'in yenilenebilir enerji sektöründeki hızlı gelişimini sağlamada kilit rol oynayan enerji politikalarını inceledikleri çalışmalarında; Çin'in yenilenebilir enerji kaynaklarını öncelikli gelişim alanı olarak belirlemesindeki motivasyonun, sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek, enerji güvenliğini sağlamak ve çevreyi korumak olduğunu belirtmektedir. Bu kapsamda, 2005 yılında yürürlüğe giren ve 2009 yılında revize edilen Yenilenebilir Enerji Kanunu ile ulusal yenilenebilir enerji politikaları şekillendirilmiştir. Bu değişiklik, finansal kredileri ve mali muafiyetleri artırarak yenilenebilir enerji üretiminin geliştirilmesi için zemin hazırlamayı amaçlamıştır. Yenilenebilir enerji, Çin hükümeti tarafından stratejik bir öncelik olarak benimsenmiştir. Devlet, enerji arzını artırmak ve enerji yapısını iyileştirmek amacıyla bu sektöre yönelik hedefler ve toplam enerji kullanım miktarlarını belirleyerek bir yenilenebilir enerji pazarı oluşturmuştur. Ulusal enerji departmanı, yenilenebilir enerji kaynaklarının haritalanması, uzun vadeli hedeflerin belirlenmesi ve projelerin bilimsel değerlendirmelerle planlanmasını koordine etmekle görevlendirilmiştir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin standartlaştırılması ve sanayileşmesi öncelikli alanlar arasında yer almaktadır. Devlet, AR-GE ve teknolojik uygulamaları desteklemek için mali kaynaklar ayırmaktadır. Elektrik üretiminin şebekeye bağlanması teşvik edilirken, şebekeden uzak bölgelerde dağıtık yenilenebilir enerji sistemleri geliştirilmektedir. Biyokütle, güneş ve rüzgar enerjisi gibi temiz enerji uygulamaları desteklenmektedir. Yenilenebilir enerji üretim sistemlerinden sağlanan elektrik için bölgesel özelliklere göre fiyatlandırma yapılmakta ve enerji şirketleri bu elektriği satın almakla yükümlü tutulmuştur. Ayrıca, yenilenebilir enerji projeleri için

özel finansman, tercihli krediler ve vergi avantajları sunulmaktadır. Yenilenebilir enerji politikalarına uymayanlar için idari yaptırımlar ve gerekirse cezai sorumluluklar uygulanmıştır. Yerel yönetimler ve enerji şirketleri bu politikaların uygulanmasında sorumlu tutulmuştur.

Schuman ve Lin (2012:91-98), Çin'in yenilenebilir enerji kanunuyla birlikte ortaya çıkan kapasite artışının arkasındaki önemli gelişmeleri ve uygulamada ortaya çıkan aksaklıkları gidermek için 2009 yılında yapılan düzenlemeleri ayrıntılarıyla ortaya koymuştur. Buna göre 2005 yılında Çin, Yenilenebilir Enerji Yasası'nı kabul ederek Devlet Konseyi'ne bağlı enerji kurumunu orta ve uzun vadeli yenilenebilir enerji hedefleri belirlemekle ve bir gelişim planı hazırlamakla görevlendirmiştir. Bu çerçevede, 2007 yılında "Orta ve Uzun Vadeli Yenilenebilir Enerji Gelişim Planı" yayımlanmıştır. Plan 2010 yılına kadar Çin'in birincil enerji tüketiminin %10'unun, 2020 yılına kadar ise %15'inin yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmasını hedeflemiştir. Plan ayrıca şebeke şirketleri ve elektrik üreticileri için zorunlu pazar payı uygulamasını getirerek hidroelektrik, rüzgar ve güneş enerjisi gibi çeşitli yenilenebilir enerji teknolojileri için 2010 ve 2020 yılları hedef kurulu kapasitelerini belirlemiştir. 2009 yılında Çin, Kopenhag İklim Konferansı öncesinde 2020 yılına kadar toplam enerji tüketiminin %15'inin fosil yakıt dışı enerji kaynaklarından karşılanacağını ve karbon yoğunluğunun 2005 seviyelerine kıyasla %40-%45 oranında azaltılacağını taahhüt etmiştir. Bu hedefler, enerji tasarrufu ve temiz enerji politikalarının bir parçası olarak belirlenmiştir. 11. Beş Yıllık Plan (2006-2010) ve 12. Beş Yıllık Plan (2011-2015) dönemlerinde enerji yoğunluğunu sırasıyla %20 ve %16, karbon yoğunluğunu ise %17 azaltma hedefleri konulmuştur. Ayrıca 12. Beş Yıllık Plan, 2015 itibarıyla toplam enerji tüketiminin %11,4'ünün fosil yakıt dışı enerji kaynaklarından sağlanmasını zorunlu kılmıştır. Yenilenebilir Enerji Yasası, merkezi hükümetin yenilenebilir enerji gelişimini destekleyeceğini vurgulamış, ancak uygulamada hedeflerin netleştirilmesi ve düzenlemeler konusunda eksiklikler yaşanmıştır. Bu boşlukları gidermek için hükümet, yenilenebilir enerji hedeflerini daha somut hale getiren düzenlemeler hazırlamıştır. Bu çerçevede, 2012 yılında Ulusal Enerji İdaresi tarafından yayımlanan "Yenilenebilir Güç Kotalarının Yönetimi Hakkında Yönetmelik", kurulu kapasiteden ziyade elektrik üretimine dayalı hedefler koymuştur. Bu, yenilenebilir enerji santrallerinin daha fazla üretim yapmasını teşvik etmiş ve şebeke şirketlerini yenilenebilir kaynaklardan gelen elektriği bağlayıp iletme yönünde teşvik eden mekanizmalar

oluşturmuştur. Bu düzenlemeler, yenilenebilir enerji üreticilerinin şebekeye erişimini kolaylaştırmayı ve üretim sınırlamalarını azaltmayı hedeflemiştir. Rüzgar enerjisinin şebekeye entegrasyonu ve bağlantı gecikmeleri, merkezi ve eyalet düzeyindeki idareler arasında daha iyi koordinasyon gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu doğrultuda, Yenilenebilir Enerji Kanunun'da 2009 yılında yapılan değişiklikler, merkezi hükümetin eyaletler düzeyindeki yenilenebilir enerji planlaması üzerindeki denetimini artırmış ve yerel koşulları dikkate alan kapsamlı planlama unsurları belirlemiştir. Değişiklikler, yenilenebilir enerji planlarının geliştirme hedeflerinin bölgesel dağılım, kilit projeler, uygulama ilerlemesi ve şebeke yapısına uyum gibi unsurları içermesini zorunlu kılmıştır. Ayrıca merkezi hükümet, 50 MW'tan küçük rüzgar enerjisi projelerinin eyaletler düzeyinde onaylanması ve inşa edilmesine olanak tanımıştır. 2007 yılında Devlet Elektrik Düzenleme Komitesi, "Yenilenebilir Enerji Elektrik Şebekeden Tam Satın Alma Önlemleri"ni yayımlamıştır. Tam Satın Alma Önlemleri, şebeke şirketlerine yenilenebilir enerji üreticileriyle hızlı bağlantı kurma ve öncelikli alım yapma yükümlülükleri getirmiştir. Ayrıca şebeke istikrarını tehdit eden durumlarda yenilenebilir enerji iletiminin sınırlandırılması ve ilgili süreçlerin raporlanması zorunlu kılınmıştır. Ancak Yenilenebilir Enerji Kanununun hükümleri ve Tam Satın Alma Önlemleri'ne rağmen, şebeke şirketlerinin yenilenebilir enerji bağlama ve satın alma yükümlülüklerine tam olarak uymadığı görülmüştür. 2009 yılında yapılan değişiklikler, yenilenebilir enerji üreticilerinin şebekeye bağlantı için teknik standartları karşılama sorumluluğu ile şebeke şirketlerinin yenilenebilir enerjiyi satın alma ve bağlantı yapma yükümlülükleri arasındaki dengeyi sağlamayı amaçlamıştır. 2005 yılında kabul edilen orijinal yasa, şebeke şirketlerinin yenilenebilir enerjiyi koşulsuz olarak satın almasını zorunlu kılarken 2009 değişiklikleri, şebeke şirketlerinin yalnızca belirli teknik gereksinimleri karşılayan yenilenebilir enerji üreticilerinden elektrik satın alma sorumluluğunu getirmiştir. Bu teknik bağlantı standartlarının dahil edilmesi, üreticiler ve şebeke şirketlerinin şebeke istikrarını sağlamak için karşılıklı sorumluluk taşımasını sağlamıştır. Çin'in Orijinal Yenilenebilir Enerji Kanunu, yenilenebilir enerji sabit ücret tarifelerinin ve şebeke bağlantısı maliyetlerinin, ulusal ölçekte elektrik kullanıcıları arasında paylaşılmasını öngörmüştür. Bu kapsamda, 2006 yılında yayımlanan bir yönetmelik ile elektrik tüketimine dayalı bir yenilenebilir enerji ücreti belirlenmiştir. Başlangıç olarak Mayıs 2006'da RMB 0.001/kWh olarak belirlenen bu ücret, yenilenebilir enerji

projelerindeki artış ve sübvansiyon maliyetleri nedeniyle kademeli olarak yükseltilmiştir. Bu politika, yenilenebilir enerji projelerinin mali yükünü yaygınlaştırarak gelişimini desteklemeyi hedeflemiştir. Uygulama yaygınlaştıkça, elektrik sübvansiyon oranı ve sabit ücret tarifesi sübvansiyonları için toplanan gelir ile yapılan ödemeler arasındaki açıkların kapatılması gerekmiştir. Aynı zamanda, sübvansiyon gelirlerinin elektrik şebekesi şirketlerine dağıtılma sürecinin basitleştirilmesi önemlidir. Bu sayede, şebeke şirketleri yenilenebilir enerji üreticilerine, kömürle çalışan santrallerin fiyatlarının üzerinde belirlenen tarife fiyatlarına göre ödeme yapabileceklerdir. Yenilenebilir enerji talebi ve arzındaki farklılıklar, bazı eyaletlerin ödemeleri yapmakta zorluk çekmesine neden olmuştur. Bu sorunu çözmek için 2007 yılında yapılan düzenleme ile her eyaletteki şebeke şirketlerinin fazla gelirini diğerlerindeki eksik geliri karşılamak üzere takas yapmasını sağlayacak bir eyalet içi eşitleme programı başlatılmıştır. Sübvansiyonların eşitlenmesi ve yenilenebilir enerji üreticilerine yapılan ödemelerin her ay yapılması gerekmektedir. Ancak pratikte bu eşitleme işleminde ciddi düzeyde gecikmeler gerçekleşmiştir. Bu gecikmeler, yenilenebilir enerji üreticilerinin nakit akışlarını bozabileceğinden 2009 yılında yapılan değişiklikler ile fon akış süreci merkezileştirilerek ve basitleştirilerek bu sorunlara çözümler bulmak amaçlanmıştır. Bu değişiklikler, sübvansiyonların yeni bir fonda toplanmasını öngörmektedir. Bu fon, hem şebeke şirketlerinden toplanan yenilenebilir enerji sübvansiyonlarını hem de merkezi hükümetin bütçe tahsisatlarıyla finanse edilen “Yenilenebilir Enerji Kalkınma Özel Fonu”nu içermektedir. Bu düzenlemenin amacı sübvansiyonların tek bir büyük fonda toplanarak daha etkili bir şekilde denetlenmesini ve yönetilmesini sağlamaktır. Kasım 2011’de hükümet, Yenilenebilir Enerji Kalkınma Fonu’nun Toplanması, Kullanımı ve Yönetimi ile ilgili Geçici Önlemler’i ve Mart 2012’de Yenilenebilir Enerji Elektrik Fiyatı Ek Sübvansiyon Fonlarının Yönetimi ile ilgili Geçici Önlemleri yayımlamıştır. Oluşturulan bu fon ile ayrıca başta yenilenebilir enerji alanı olmak üzere birçok alanda araştırma ve geliştirme programının desteklemesi de amaçlanmıştır.

Çin’de rüzgar enerjisi geliştirilmesinin maliyetinin çok daha düşük olması nedeniyle rüzgar enerjisi yatırımları güneş fotovoltaik (PV) enerji gelişiminden daha erken başlamıştır(Auffhammer vd.2021:325). Kang vd. (2012), Çin’de 11. Beş Yıllık Plan (2006-2010) döneminde rüzgar enerjisi üretiminde yaşanan artışı incelediği çalışmasında, merkezi hükümetin rüzgar enerjisi endüstrisinin gelişimini teşvik etmek amacıyla bir dizi

politika ve düzenleme yaptığını belirtmektedir. Yazarlar bu dönemde 4 temel politik bileşenden bahsetmektedir (Kang vd. 2012:1913-1914): Birincisi, rüzgar enerjisi ekipmanlarının yerleştirilmesinin desteklenmesidir. Bu kapsamda, Çin rüzgar enerjisi sektörünü teşvik etmek için ağırlıklı olarak idari yöntemlere ve mali teşviklere başvurmuştur. 2005 yılında Ulusal Kalkınma ve Reform Komisyonu (NDRC), yeni rüzgar enerjisi projelerinin ekipmanlarının yerlilik oranının %70'e ulaşmasını zorunlu hale getirmiştir. 2008 yılında Maliye Bakanlığı, yerli rüzgar enerjisi ekipman üreticilerinin yenilik ve teknolojik ilerlemesini desteklemek amacıyla kW başına yaklaşık 600 Yuan'lık bir mali teşvik sunmuştur. Bu önlemler sayesinde, rüzgar türbinlerinin yerlilik oranı hızla artmış ve 2008 yılında %70'i geçmiştir. İkincisi, rüzgar enerjisinin şebekeye erişimi için zorunlu bir sistem oluşturulmuştur. Bu düzenleme daha önce de belirtildiği gibi esasında Yenilenebilir Enerji Kanununda öngörülen bir düzenlemeydi. Bu kapsamda, rüzgar enerjisinin gelişimi önündeki engelleri aşmak için merkezi hükümet her zaman zorunlu yöntemler kullanmış ve etkin bir sistem oluşturmuştur. Üçüncüsü, rüzgar enerjisi kotaları için zorunlu hedefler belirlenmiştir. 2007 yılında NDRC tarafından "Yenilenebilir Enerji Gelişimi için Orta ve Uzun Vadeli Plan" yayınlanmıştır. Bu plan, yenilenebilir enerji gelişimini teşvik etmek amacıyla zorunlu kota yönteminin kullanılmasını öngörmektedir. Plan, toplam kurulu kapasitesi 5 GW'a ulaşmış her üretim şirketinin, yenilenebilir enerji üretim endüstrisini geliştirmek için çaba göstermesi ve toplam kurulu kapasitedeki yenilenebilir enerji üretim oranını (hidroelektrik hariç) 2010 yılına kadar %3'e, 2020 yılına kadar ise %8'e çıkarması gerektiğini vurgulamıştır. Dördüncüsü, sübvansiyon ve vergi desteğinin sağlanmasıdır. Sübvansiyon politikası, rüzgar enerjisini desteklemede önemli bir yöntemdir. Yüksek fiyat sorununu çözmek için merkezi hükümet, rüzgar enerjisi ile geleneksel enerji arasındaki fiyat farkının şebekeye erişen tüm enerji kaynakları arasında paylaşılmasını zorunlu kılmıştır. 11. Beş Yıllık Plan döneminde, rüzgar enerjisi için toplam sübvansiyon yaklaşık 18 milyar Yuan'a ulaşmış ve tüm rüzgar enerjisi projelerinin %95'i bu sübvansiyonlardan yararlanmıştır. Ayrıca merkezi hükümet, rüzgar enerjisinin gelişimini teşvik etmek için vergi muafiyetleri uygulamıştır.

Zhao vd.(2013), Çin'de güneş fotovoltaik (PV) enerji sektöründe yaşanan gelişmelerin temelinde beş ana faktör tarafından yönlendirildiğini belirtmektedir. Bunlar, teknolojik AR-GE, sanayi planları, yasa ve düzenlemeler, elektrik fiyatı politikaları ve son olarak proje

teşvik politikalarıdır. Çin'in güneş enerjisi teknolojisi, 1958'de ilk kristal silikon güneş hücresinin geliştirilmesinden itibaren önemli bir gelişim süreci geçirmiştir. Sektörü geliştirmek için Endüstriyel Gelişim Planları hayata geçirilmiş, 2007 yılında "Orta ve Uzun Vadeli Yenilenebilir Enerji Planı" ile 2020 yılına kadar güneş enerjisinden 1800 MW enerji sağlama hedefi konulmuştur. 2008 yılında 11. Beş Yıllık Yenilenebilir Enerji Gelişim Planı ile şehirlerde çatı PV sistemlerinin ve büyük ölçekli şebeke bağlantılı PV projelerinin anahtar projeler olarak belirlenmesi sağlanmıştır. 2011 yılında, 12. Beş Yıllık Kalkınma Planı ile yenilenebilir enerji projelerine destek verilmiş, temiz ve güvenli enerji sistemleri oluşturulması hedeflenmiştir. Ayrıca Jiangsu, Hebei, Şanghay, Zhejiang ve Fujian gibi eyaletler, yerel politikalar geliştirerek PV sanayisinin gelişimine yönelik destekleyici düzenlemeler ve teşvikler sunmuşlardır. Güneş enerjisini geliştirmeye yönelik birçok yasal ve düzenleyici çerçeve de oluşturulmuştur. Daha önce de bahsettiğimiz gibi yenilenebilir enerji yasası bu konudaki en temel hukuki metindir. Bu dönemde yenilenebilir enerji kullanımı için uzun vadeli hedefler belirlenmiştir. 2007 yılında enerji tasarrufu yasası ile yeni enerji ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi ve kırsal alanlarda yaygınlaştırılması teşvik edilmiştir. Fiyat politikaları ile yenilenebilir enerji teknolojilerini desteklemek yeni bir piyasa oluşumunu desteklemek açısından elzemdir. 2006 yılında çıkarılan "Yenilenebilir Enerji Fiyatları ve Maliyet Paylaşımı Yönetmeliği" ile hükümet, güneş enerjisi projeleri için elektrik fiyatlarını belirlemiş ve bu fiyatlara makul bir kar marjı eklenmiştir. 2007 yılında "Yenilenebilir Enerji Sübvansiyon Yönetimi" ile güneş enerjisi projelerine maliyetin yerel fosil yakıt santrallerine kıyasla yüksek olduğu durumlarda sübvansiyon verilmiştir. 2009 yılında "Güneş Enerjisi Binaları İçin Finansal Destek Yönetmeliği" ile güneş enerjisiyle entegre bina projelerine yıllık olarak ayarlanan sübvansiyonlar verilmiştir. Böylece, 2010 itibarıyla güneş PV elektrik maliyeti 1 Yuan/kWh seviyesine düşürülmüştür. Proje bazlı teşvik politikaları ile yoksul ve uzak köylerde güneş enerjisi sistemleri kurularak elektrifikasyon sağlanmıştır. Şebeke bağlantılı projelere yatırımın %50'si, şebekeden bağımsız projelere ise %70'i oranında sübvansiyon sağlanmıştır. Ayrıca şehir ve kırsal bölgelerde PV projelerinin hızlandırılması için projeler başlatılmış ve sübvansiyonlar verilmiştir.

Yukarıda bahsedildiği gibi Çin'de yenilenebilir enerji yasası ile birlikte ortaya konulan çerçeve ve iddialı hedeflerle birlikte, hem genel olarak yenilenebilir enerji sektörüne hem

de rüzgar enerjisi ve güneş enerjisine yönelik olarak farklı şekillerde destekler ve teşvikler sunulmuştur. Tablo 12’de Çin’de yenilenebilir enerjiyi geliştirmek için uygulanan bazı teşvikler gösterilmektedir. Bu politikaların genel olarak bazı vergi muafiyetleri ve sübvansiyonlardan oluştuğu görülmektedir.

| Kategori                                                | Uygulama                                         | Detaylar                                                                                                          |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kurumlar Vergisi</b>                                 | Vergi Oranı                                      | Yenilenebilir enerjiye yönelik belirli sektörlerde faaliyet gösteren işletmelere %15 oranında düşük vergi imkanı. |
|                                                         | Temiz Kalkınma Mekanizması (CDM) Gelir Muafiyeti | Karbon emisyon azaltım gelirleri, uluslararası bağışlar ve faiz gelirleri kurumlar vergisinden muaf.              |
|                                                         | CDM Proje Gelir İndirimi                         | 3 yıl için kurumlar vergisi muafiyeti, sonraki 3 yıl için %50 indirim.                                            |
|                                                         | Çevre Dostu Projeler                             | Çevre koruma projelerinden elde edilen gelirler için benzer indirimler uygulanır.                                 |
|                                                         | Ekipman Yatırımı                                 | Çevre koruma ve enerji tasarrufu ekipmanlarına yapılan yatırımların %10’u vergiden düşülür.                       |
|                                                         | Ar-Ge Harcamaları                                | Uygun görülen harcamalar için %150 oranında vergi indirimi sağlanır.                                              |
| <b>Katma Değer Vergisi (KDV)</b>                        | Rüzgar ve Fotovoltaik Enerji                     | %50 KDV iadesi.                                                                                                   |
|                                                         | Biyodizel                                        | Atık yağlardan üretilen biyodizel satışlarına %100 KDV iadesi.                                                    |
|                                                         | Hidroelektrik Santralleri                        | 1 milyon kW kapasitenin üzerindeki tesisler için belirli oranlarda KDV iadesi.                                    |
|                                                         | Geri Dönüştürülmüş Ürünler                       | Bazı atık malzemelerden üretilen ürünlerin satışında KDV muafiyeti.                                               |
|                                                         | Atık İşleme Hizmetleri                           | Çöp, bulamaç ve atık arıtma hizmetleri KDV’den muaf.                                                              |
| <b>Araç ve Gemi Vergisi</b>                             | Enerji tasarruflu araçlar                        | %50 indirim uygulanmıştır.                                                                                        |
|                                                         | Yeni enerjiyle çalışan araçlar                   | Vergiden tamamen muafiyet uygulanmıştır.                                                                          |
| <b>Taşıt Satın Alma Vergisi</b>                         | Yeni enerjili taşıtlar                           | 01/09/2014-31/12/2017 arasında alınan yeni enerjili taşıtlar bu vergiden muaftır.                                 |
| <b>EPC (Enerji Performansı Yükleniciliği) Projeleri</b> | Vergi Muafiyetleri                               | İlk 3 yıl için tam, sonraki 3 yıl için %50 indirim.                                                               |
|                                                         | Ekipman Yatırımı                                 | Enerji tasarrufu ekipmanına yatırım yapanlara %10 vergi indirimi.                                                 |

|                                                                 |                        |                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                 | Gelir ve KDV Muafiyeti | EPC projelerinden elde edilen gelirden kurumlar vergisi ve KDV'den muafiyet.                                                                                                       |
| <b>İşletme Sübvansiyonları</b>                                  | Tarife Garantisi       | Yenilenebilir enerjiyle üretilen elektriğin tamamının satın alınmasını desteklemek için özel fiyatlandırma düzenlemeleri.                                                          |
|                                                                 | Finansal Fonlar        | Bilimsel araştırmalar, standartlaştırma, uzak alanlarda elektrik üretim sistemi inşası, kırsal yenilenebilir enerji projeleri ve yerelleştirme gibi faaliyetler için fon sağlanır. |
| <b>Enerji Tasarrufu Teknolojilerine Destek</b>                  | Özel Sübvansiyonlar    | Enerji tasarrufu yenilikleri, kapasite oluşturma ve teknoloji geliştirme vb. faaliyetlere ilişkin projelere finansman.                                                             |
|                                                                 | Dağıtım Yöntemleri     | Doğrudan ödenekler, faiz indirimleri ve maliyet temelli ödemeler.                                                                                                                  |
| <b>Yenilenebilir Enerji Geliştirmeye Yönelik Sübvansiyonlar</b> | Geliştirme ve Kullanım | Yeni ve yenilenebilir enerji kullanımı geliştirilmesi, bu teknolojilerin sanayileştirilmesi, entegrasyonu ve platform geliştirme vb. projelere destek.                             |
|                                                                 | Dağıtım Yöntemleri     | Rekabete dayalı, faktörel tahsis veya gerçek maliyet temelli ödeme iadeleri.                                                                                                       |

**Tablo 12:** Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Çin’de Uygulanan Bazı Teşvikler

**Kaynak:** KPMG, 2016’dan yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çin, yenilenebilir enerji stratejilerini her beş yıllık kalkınma planında farklı önceliklere göre şekillendirmiştir. 11. Beş Yıllık Kalkınma Planında rüzgâr enerjisi ön plandayken, 12. Beş Yıllık Plan’da güneş enerjisi kapasitesinin artırılmasına odaklanılmıştır. 13. Beş Yıllık Kalkınma Planında ise güneş ve jeotermal enerjiye daha fazla önem verilmiştir. Bu plan döneminde yenilenebilir enerji için belirlenen hedeflerden bir diğeri de enerji depolama teknolojilerinin geliştirilmesidir. Önceki planlarda akıllı şebeke sistemlerinin geliştirilmesi ve yenilenebilir enerjinin etkin bir şekilde artırılması amaçlanmışken, elde edilen yüksek üretim kapasitesi sonucunda enerji depolama sistemlerinin önemi büyük ölçüde artmıştır. 2015 yılı itibarıyla yatırım yapılabilir seviyeye gelen bu sistemler için pilot projeler tasarlanmıştır. Ayrıca, yenilenebilir enerji sektöründe kullanılan nadir doğal kaynakların verimli kullanımı amacıyla yenilenebilir enerji santrallerinde geri dönüşüm sistemleri kurulması gündeme alınmış ve döngüsel ekonomi yaklaşımı benimsenmiştir. Bu bağlamda, zaman geçtikçe şekillenen Çin’in temel stratejilerinin; rüzgâr ve hidroelektrik enerjisinin mevcut kapasite artışını sürdürerek verimini istenilen düzeyde tutmak, önceki planlarda harekete geçirilmemiş jeotermal ve güneş enerjisinin altyapısını geliştirmek ve artan üretimle birlikte ortaya çıkan sorunlara akıllı şebekeler ve depolama gibi yenilikçi teknolojilerle başa çıkmak için çalışmaları hızlandırmak olduğu söylenebilir(Akbal, 2022:355-356).



2017 yılında Çin, Yenilenebilir Enerji Yeşil Elektrik Sertifikası ve Gönüllü Satın Alma Mekanizması Hakkında bir duyuru yayımlayarak, yenilenebilir enerji üretimini teşvik eden bir sertifika sistemi başlatmıştır. Bu sertifika, 1 MW saatlik yenilenebilir enerji üretimini belgelendirirken, bireyler ve şirketlere yenilenebilir enerji projelerine destek sağlama ve yatırım yapma imkânı sunmaktadır. Bu sertifikalar aynı zamanda satılabilir özelliğiyle bir yatırım aracı olarak işlev görmektedir. Sertifika sistemi, devletin sübvansiyon yükünü hafifletmeyi hedeflerken, yenilenebilir enerji piyasasına kısmi rekabet de getirmiştir. Özellikle devletin sübvansiyon ödemelerinde yaşanan gecikmeler, enerji şirketlerini bu sertifikaları alternatif bir finansman kaynağı olarak değerlendirmeye yöneltmiştir. Ayrıca Çin, büyük termik santral işletmelerine kömürden ürettikleri enerji miktarı oranında bu sertifikaları satın alma zorunluluğu getirmiştir(Akbal, 2021:137).

Çin hükümeti esasında yeşil sertifikalar için gönüllü bir piyasayı ve yeşil enerji ticaretini sübvansiyonların ve sabit tarife garantilerinin kademeli olarak kaldırılması için potansiyel bir yol olarak tanımlamıştır. Bu program kapsamında bir şirketin yeşil sertifika alabilmesi için tarife garantisi sübvansiyonundan feragat etmesi gerekmektedir. Bu tasarım nedeniyle, satın alma hacimleri düşük kalmıştır. Son zamanlarda, yeşil enerji ticareti büyümeye başlamıştır; ancak bu büyüme yalnızca aylık ve yıllık sözleşmelerle sınırlı olup, şebeke şirketleri tarafından satın alımı garanti edilmiş üretim saatlerinin ötesindeki yenilenebilir üretim saatlerini kapsamaktadır. 2021 yılında merkezi hükümet, eyaletler arası ticareti içerecek bir dizi yeşil enerji ticareti pilot projesi açıklamıştır. Şu anda birkaç eyalet, bir yıl veya daha uzun süreli sözleşmeler için düzenlenen eyaletler arası yeşil enerji ticareti platformuna katılmıştır(<https://chineseclimatepolicy.oxfordenergy.org> E.T. 15/12/2024).

2006'dan bu yana, Çin'deki yenilenebilir enerji gelişimi sabit fiyat alım garantisi politikası ile teşvik edilmiştir. Ancak, hidroelektrik, rüzgar ve güneş enerjisi üretiminde yıllardır kesintiler yaşanmakta ve bu kesintiler, yenilenebilir enerji entegrasyonu ile ilgili ciddi sorunların olduğunu göstermektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji sübvansiyon fonları elektrik faturalarındaki ek ücretlerle sağlanmakta fakat bu ücretler artan projeleri finanse etmeye yetmediğinden sübvansiyon açığı her yıl büyümekteydi(Li vd. 2019:45). Bu sorunların üstesinden gelmek için Kasım 2018 sonu itibarıyla, Ulusal Enerji İdaresi tarafından yayımlanan bildiri ile Çin 1 Ocak 2019 tarihi itibarıyla “Yenilenebilir Enerji Portföy Standardı (Renewable Portfolio Standards-RPS)” politikasını resmen

uygulamaya koyacağını ilan etmiştir(Shi vd. 2019:2). Kapasite artışı, yüksek maliyetli devlet harcamaları ve sabit alım garantisi politikasıyla bağlantılı olarak yenilenebilir enerji üretiminde azalma, Çin'in yenilenebilir enerji tüketimi için bir asgari seviye belirleyen RPS politikasını uygulamaya koymasına neden olmuştur(Wang vd. 2020:1). Auffhammer vd.(2021), Çin'de yenilenebilir enerji teşviklerinden sabit alım tarifesinin devlet bütçesi üzerinde oluşturduğu mali yükü ve ortaya çıkan güneş ve rüzgar enerjisi kısıtlamaları sürecini ve nihayetinde elektrik piyasası reformuna ve yenilenebilir enerji portföy standardı uygulamasına giden yolda yaşananları ayrıntılı şekilde ortaya koymuştur. Buna göre 2003 yılından itibaren, büyük rüzgar enerjisi projeleri için “imtiyaz ihalesi” ve küçük projeler için idari tarifeler uygulanmıştır. Ancak 2007 hedeflerinin yetersizliği üzerine 2009 yılında rüzgar enerjisi için 2011 yılında ise güneş enerjisi için yenilenebilir enerji teşviklerinde sabit alım tarifesine geçilmiştir. Bu değişiklik, rüzgar ve güneş enerjisi kapasitesinde hızlı bir artış sağlamıştır. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin küresel ölçekte ilerlemesi ve artan rekabet, dünya genelinde rüzgar ve güneş PV elektrik üretiminin maliyetinde önemli düşüslere yol açmıştır. Ancak Çin'de sabit alım tarifeleri, bu düşen maliyetleri yansıtmayacak şekilde yeterince hızlı bir şekilde ayarlanamamıştır. Bu tarifelerin yavaş ayarlanması, yenilenebilir enerjiler için aşırı sübvansiyonlara yol açmış ve bu durum, piyasa dinamikleri ve yerel idarelerin yerel yenilenebilir enerji üretim endüstrilerini teşvik çabalarıyla birleşerek Çin'de rüzgar ve güneş enerjisi yatırımlarını aşırı artırmıştır. Yüksek sübvansiyonlar yerel idarelere, özellikle daha fakir eyaletlerde rüzgar ve güneş PV santrali yatırımlarını artıran teşvikler sağlamıştır. Yerel idareler, bu yeni kurulumlardan elde edilecek elektriğe talep veya şebeke bağlantısı olup olmadığından çok proje inşasına odaklanmıştır. Yapılan aşırı yatırım, merkezi hükümet üzerinde sübvansiyon borcundan dolayı büyük mali baskılar oluşturmuştur. Ayrıca 2002 yılı enerji sektörü reformlarının ardından, enerji piyasasının üretim tarafı serbestleştirilirken, enerji iletimi, dağıtımı ve perakende tarafı devlete ait şebeke şirketleri tarafından düzenlenmiş ve tekelleştirilmiştir. Bu nedenle, rüzgar ve güneş enerji üreticileri pazara girdiklerinde önemli ölçüde güneş ve rüzgar enerjisi kısıtlamasını tetikleyen bir dizi engelle karşılaşmışlardır. Sanayi ve ticari müşterilere uygulanan yenilenebilir enerji ücretlerinden elde edilen yıllık gelirler, rüzgar ve güneş PV enerjisi için sübvansiyon talebini karşılayamamıştır. Ayrıca yenilenebilir enerji ücretlerinden elde edilen gelir, sanayi ve ticaret sektöründeki faaliyetlere bağlı olduğundan, ekonomik

dalgalanmalardan etkilenmeye açıktı. 2009-2017 yılları arasındaki dönemde Çin’de rüzgar ve güneş PV enerjisi için yüksek kısıtlama oranı, hem teknik engellerden (özellikle yetersiz güç iletim kapasitesi) hem de kurumsal engellerden (özellikle eyaletler arası elektrik piyasaları) kaynaklanmıştır. Rüzgar ve güneş kaynakları açısından zengin ve proje inşaat maliyetlerinin düşük olduğu eyaletler genellikle Çin’in “Üç Kuzey” bölgesinde (kuzey, kuzeybatı ve kuzeydoğu) yoğunlaşmıştır. Bu bölgeler, Çin’in doğu ve güneyindeki elektrik talep merkezlerinden binlerce mil uzaktadır. Bu, iletim hattı inşaatının oldukça pahalı olabileceği anlamına gelmektedir. Şebeke şirketlerinin iletim hatları inşa etme ve yenilenebilir elektriği satın alma konusunda pek az teşviki bulunmaktaydı. Bunu sadece kanun gereği tüm rüzgar ve güneş santrallerine şebeke bağlantısı sağlamak ve üretilen yenilenebilir elektriğin tamamını satın almak zorunda oldukları için yapmışlardır. Ayrıca şebeke şirketlerinin rüzgar ve güneş projeleri için iletim hatları inşa etmeyi planladıkları durumlarda bile, bir iletim hattı projesinin tamamlanması genellikle 2-3 yıl sürmekteydi. Ancak bireysel rüzgar ve güneş PV enerji projelerinin geliştiricileri, iletim hattı maliyetlerini hesaba katmak zorunda olmadıklarından, bu projeler genellikle birkaç ay içinde tamamlanabilmekteydi. Yatırımcılar, iyi rüzgar veya güneş kaynaklarına sahip yerlerde projeleri hızlı bir şekilde tamamladıktan sonra şebeke şirketlerini bu projelerin ihtiyaçlarını karşılamak için iletim hatları inşa etmeye zorlamaya çalışmaktaydı. Dolayısıyla, rüzgar ve güneş enerjisi için iletim hattının arz ve talep tarafları, çelişkili teşviklerle karşı karşıyaydı. Bu durum, özellikle yenilenebilir enerji için sağlanan büyük sübvansiyon nedeniyle bu dönemde rüzgar ve güneş kapasitesindeki hızlı artışla birlikte iletim kapasitesinin yetersizliğine yol açmıştır. Bu noktada, elektrik üretimi ve talebinin gerçek zamanlı dengelenmesi gerekmektedir. Ancak elektrik depolamanın henüz ekonomik olarak rekabetçi olmaması nedeniyle, kesintililik ve istikrarsızlık sorunlarının tek çözümü şebeke sistemi sevkiyatı yoluyla sağlanabilecektir. Bu, büyük ölçekli rüzgar ve güneş enerjisi projelerinin, daha fazla rüzgar ve güneş enerjisinin sevk edilip tüketilebilmesi için geniş bir şebeke ve elektrik piyasası ile desteklenmesi gerektiği anlamına gelmektedir. Ancak Çin’de elektrik talebi ve arzı ulusal ölçekte değil, çoğunlukla her eyaletin içinde dengelenmektedir ve eyalet idareleri, kendi yetki alanları içindeki elektrik üretim ve dağıtımını tamamen kontrol etmektedir. Bu sistem, eyaletlerin kendi yerel elektrik üreticilerini koruma ve dışarıdan elektrik ithalatını sınırlama eğiliminde olmaları nedeniyle, yenilenebilir

enerjinin kısıtlama problemini artırmıştır. Çin'in elektrik sisteminin ağır şekilde yerel idarelerce yönetilmesi, bu tür sorunların temel nedenlerinden birisidir. Bu politika, elektrik talebinin nispeten düşük olduğu ve ağır sanayilerin GSYİH içinde büyük bir paya sahip olduğu kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı eyaletlerinde büyük rüzgar ve güneş PV enerji projelerinin kurulmasına yol açmıştır. 2015 ve 2016 yıllarındaki sanayi yavaşlaması nedeniyle ağır sanayi kaynaklı elektrik talebi düştüğünde, bu eyaletler için aşırı elektrik kapasitesi ciddi bir sorun haline gelmiştir. Fazla elektriği diğer eyaletlere ihraç etme kapasitesinin sınırlı olması nedeniyle, bazı eyaletler ciddi bir rüzgar ve güneş enerji kısıtlama sorunu yaşamıştır. Bu eğilimler, rüzgar ve güneş enerji kısıtlama sorununu ele almak için eyalet elektrik piyasalarının kontrol sisteminin reforme edilmesi ve coğrafi olarak daha büyük bir elektrik piyasasının oluşturulması gerektiğini göstermektedir. Çin'de yenilenebilir enerji politikası, sabit alım tarifeleri ve zorunlu satın alım politikalarıyla hem çıktı fiyatını hem de miktarı garanti altına aldığından şirketler, piyasa rekabetini dikkate almadan karar almış ve yalnızca üretim kapasitelerini genişletmeye odaklanmıştır. Bu durum, piyasa rekabetinden bağımsız kararların alınmasına ve üretim kapasitesinin aşırı artırılmasına yol açmıştır. Aşırı sübvansiyonlar, yatırımcıları yeni projelere teşvik ederken, piyasa dengesi bozulmuş ve yüksek kısıtlama oranları ortaya çıkmıştır. Böylece, daha fazla sübvansiyon, kısıtlama oranlarını da artırmıştır. 2015 yılında Çin, elektrik satışını serbestleştirmeyi amaçlayan bir reform başlatmıştır. Böylece, şebeke şirketleri yalnızca düzenlenmiş tarife iletim ve dağıtım ücretlerini tahsil edebilecek, sanayi kullanıcıları ise doğrudan elektrik üreticilerinden elektrik alabilecekti. Sanayi kullanıcıları ile elektrik üreticileri arasındaki bu doğrudan elektrik işlemi, elektrik üretiminin fiyat ve çıktı miktarının rekabetçi piyasa tarafından belirlenmesi anlamına geliyordu. 2015 reformu, elektrik üretiminin verimliliğini artırdı. Ancak, reform yalnızca eyalet içi elektrik ticareti için geçerliydi. 2019'da Çin'in merkezi hükümeti yenilenebilir elektrik ticaretindeki eyaletlerarası engelleri aşmayı hedefleyen “Yenilenebilir Enerji Portföy Standartları” politikasını yayımlamıştır. Bu düzenleme, 2020 yılı sonuna kadar eyaletlerin toplam elektrik tüketiminde yenilenebilir kaynakların (esas olarak rüzgar ve güneş PV) payına ilişkin minimum hedefler belirlemiştir. Bu politika kapsamında eyaletler, kendi yetki alanlarındaki elektrik satıcıları ile sanayi kullanıcıları için yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik tüketim planları geliştirmekten sorumludur. Minimum yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik tüketimi gerekliliğini karşılayamayan

elektrik satıcıları ve sanayi kullanıcıları ya yeşil sertifikalar satın alabilir ya da minimum gerekliliğini karşılayan ve fazla kotalara sahip şirketlerden doğrudan yenilenebilir enerji tüketim kotaları satın alabilirler. Bu yeni politika, elektrik üretiminde yenilenebilir enerjiye öncelik verilmesini sağlamakta, doğrudan ticareti teşvik etmekte ve eyaletler arası yenilenebilir enerji tüketimini teşvik etmektedir. Ayrıca kömürle çalışan enerji santrallerine bağımlı olan işletmeler, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji satın almaya yönlendirilmektedir.

Yenilenebilir portföy standardı (RPS), daha yüksek maliyetli ancak sosyal ve çevresel açıdan faydalı enerji kaynaklarından elektrik üretimini artırmak amacıyla tasarlanmış bir politika aracıdır. Bu politika, piyasadan belirli yakıtlar ve/veya teknolojiler kullanılarak asgari bir miktarda (genellikle toplam satışların belirli bir yüzdesi) elektrik sağlanmasını talep eder (Berry ve Jaccard, 2001:263). RPS, elektrik şebekeleri ve diğer perakende elektrik sağlayıcılarının, müşteri talebinin belirli bir minimum yüzdesini veya belirli bir miktarını, geçerli yenilenebilir elektrik kaynaklarıyla karşılamalarını gerekli kılan bir düzenlemedir(<https://www.epa.gov> E.T. 07/12/2024). RPS politikası, eyaletler için hidroelektrik ile ve hidroelektriksiz hedefler belirlemektedir. Ayrıca, tüm eyaletlerin, elektrik şebeke işletmelerinin, elektrik satış şirketlerinin ve elektrik kullanıcılarının RPS hedeflerini karşılama yükümlülükleri vardır (Wang vd. 2020:2). RPS, mevcut yenilenebilir enerji kapasitesinin güç şebekelerine entegre edilmesini sağlamak amacıyla, bir ila iki yıllık kısa vadeli idari önlemler olarak tasarlanmıştır. 2021 yılının başlarında, eyalet düzeyindeki gereklilikleri 2030 yılına kadar belirleyen yeni bir yenilenebilir yükümlülük taslağı yayınlanmıştır. Bu taslak, hidroelektrik dışı yenilenebilir enerjinin toplam enerji üretiminin %25'ine nasıl ulaşabileceğini göstermektedir. Daha sonra, yenilenebilir enerji tüketim hedeflerinin yıllık olarak yayınlanmaya devam edeceği ve uzun vadeli hedeflerin rehber niteliğinde kalacağı duyurulmuştur. Ayrıca, şunu da belirtmek gerekir ki, Çin Hükümeti yeşil sertifika ve yenilenebilir portföy standartlarını nihayetinde birleştirmeyi planlamaktadır(<https://chineseclimatepolicy.oxfordenergy.org> E.T. 15/12/2024).

Yenilenebilir portföy standardı ve sabit fiyat tarifesi yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek için kullanılan en yaygın politikalar olmasına rağmen verimlilikleri konusu tartışmalıdır(Alizada, 2018:347). Ancak RPS'nin uygulanması, tamamlayıcı bir sisteme, yani Ticari Yeşil Sertifikalar sistemine ihtiyaç duyar(Ying vd. 2020:1). Bu kapsamda,

Çin Hükümeti yukarıda bahsedildiği üzere gerekli adımları atmaktadır. Bu politikaların Çin'in yenilenebilir enerji alanında yaşadığı sorunlara çözüm sağlayıp sağlamayacağını zaman gösterecektir. Ancak bu durum, Çin'in yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek için gösterdiği kararlı tutum ve düzenleme ve denetim konusundaki dinamik yapısını tekrar gözler önüne sermektedir.

Çin'in dolaylı yollarla yenilenebilir enerji piyasalarını destekleyen önemli bir girişimi de, 2021 yılında karbon emisyonlarını kontrol etmek ve azaltmak amacıyla faaliyete geçen Çin'in ulusal Emisyon Ticaret Sistemi (ETS)'dir. Yaklaşık 5 milyar ton CO<sub>2</sub> emisyonunu kapsayan ve ülkenin toplam CO<sub>2</sub> emisyonlarının %40'ından fazlasını içeren bu sistem dünyanın en büyük ETS'sidir. Bu sistem, yıllık emisyonları 26.000 ton CO<sub>2</sub>'den fazla olan elektrik sektöründeki 2.000'den fazla şirketi düzenlemektedir. Bunlar arasında birleşik ısı ve güç üretimi ile diğer sektörlerdeki özel güç santralleri de yer almaktadır. Kapsam dahilindeki kuruluşlar, kapsam dahilindeki tüm emisyonları için izin belgesi teslim etmek zorundadırlar. Tahsis, yoğunluk temelli olarak gerçekleştirilmekte olup, izin belgeleri, kıyaslama değerleri kullanılarak ve gerçek üretim seviyelerine göre serbestçe tahsis edilmektedir. Uyumluluk yükümlülükleri şu anda sınırlıdır ve farklı güç üretimi türleri arasında farklılık göstermektedir. Sistemin kapsamı zamanla diğer sektörlerle genişletilecektir. Çin ETS'si, sekiz pilot bölgede başarılı olarak uygulanan karbon piyasalarının deneyimlerine dayanmaktadır ve bu pilot uygulamalar ulusal ETS ile paralel olarak devam etmektedir. Zamanla, bölgesel sistemler ulusal sisteme entegre edilecektir(<https://icapcarbonaction.com> E.T. 15/12/2024).

Çin'in yenilenebilir enerji alanında sergilediği gelişmenin arkasındaki devletin aktif rolüne de değinmekte yarar vardır. Ataçay (2023), Çin'in yenilenebilir enerji alanındaki başarısının arkasında, otoriter bir rejimin sağladığı siyasi istikrar, uzun vadeli planlama, devlet ve piyasa mekanizmalarının bir arada kullanılması ve devlet mülkiyetindeki işletmelerin aktif rol oynaması gibi faktörlerin bulunduğunu belirtmektedir. Gerçekten de, KİT'ler, rüzgar enerjisi pazarının gelişiminde önemli rol oynamışlardır. Örneğin, 2011 yılı sonunda, kümülatif rüzgar enerjisi kurulu kapasitesinin %80'ini ve toplam kurulu kapasitenin %84,3'ünü bu KİT'ler sağlamıştır. Aynı yıl, ülke genelinde 60'tan fazla devlet işletmesi rüzgar enerjisi inşasına katılmıştır. Ayrıca, KİT'ler 2011'de kümülatif fotovoltaik kurulu kapasitenin %60,3'ünü ve yeni kurulu kapasitenin %60,7'sini oluşturmuştur(Ming vd. 2014:28-29). Fang ve Jialu (2023), 2020 yılında Çin'deki

şebekeye bağlı büyük ölçekli güneş PV enerji santrallerinin %83'ünden, 2023 itibarıyla şebekeye eklenen yeni rüzgar kapasitesinin ise %65'inden kamu iktisadi teşebbüslerin (KİT) sorumlu olduğunu ifade etmektedir. Akbal (2022:361), KİT'lerin yenilenebilir enerji sektörüne yatırım yapmalarının Çin'in yenilenebilir enerji hamlesine hız kazandıran bir diğer faktör olduğunun altını çizmektedir.

Son olarak, enerji santrallerinin yapımında ve yenilenebilir enerji teknolojileri ile elektrikli araçların üretiminde nadir toprak elementleri (örneğin lantanum, seryum, neodimyum) ve lityum, kobalt, bakır, nikel, germanyum gibi kritik mineraller büyük önem taşımaktadır. Bu mineraller, yüksek teknoloji ürünlerin üretiminde kullanılırken, sınırlı sayıda ülkede bulunmakta ve üretim, ayrıştırma, ihracat gibi süreçler genellikle belirli ülkelerin kontrolü altındadır. Çin, en büyük nadir toprak elementleri rezervlerine sahip olmasının yanı sıra, bu minerallerin en büyük tüketicisi, ihracatçısı ve üretimde %90'lık bir payla liderdir(Kakışım, 2022). İklim değişikliğiyle mücadele hedeflerine ulaşmayı amaçlayan senaryolarda, temiz enerji teknolojilerinin toplam dünya mineral talebi içindeki payının önümüzdeki yirmi yılda önemli ölçüde artması beklenmektedir. Enerji sistemlerinin karbonsuzlaştırılması, fiyat dalgalanmaları ve arz güvenliği risklerini sürdürmektedir; bu nedenle, yeni stratejiler geliştirilmesi gerekmektedir.

#### **4.6. Genel Değerlendirme**

Birleşmiş Milletler Asya ve Pasifik Ekonomik ve Sosyal Komisyonu(UNESCAP), Çin'in yenilenebilir enerji politikalarının incelendiği bir vaka çalışması hazırlamıştır. Buna göre, Çin'in yenilenebilir enerji sektöründe başarılı bir büyüme göstermesinin ardında hükümetin enerji politikalarını sürekli optimize etme süreci yer almaktadır. Sektöre yönelik ilk düzenlemelerden itibaren Çin, yenilenebilir enerji politikalarını sürekli olarak revize ederek etkisiz yasaları değiştirmiş ve yeni düzenlemeler yapmaktan geri durmamıştır. 2000'lerin başlarından itibaren Çin, yenilenebilir enerji sektörünü şu üç temel ilke ile geliştirmiştir:

**1. Ulusal bir üretici ve tüketici tabanı oluşturma:** İç pazarı güçlendirmek için yenilenebilir enerji ve ilgili teknolojiye hem arz hem de talep açısından destek verilmiştir. Başlangıçta ithal edilen rüzgar türbinleri ve diğer önemli parçalar, daha sonra yerli bir endüstri oluşturulması ile desteklenmiştir.

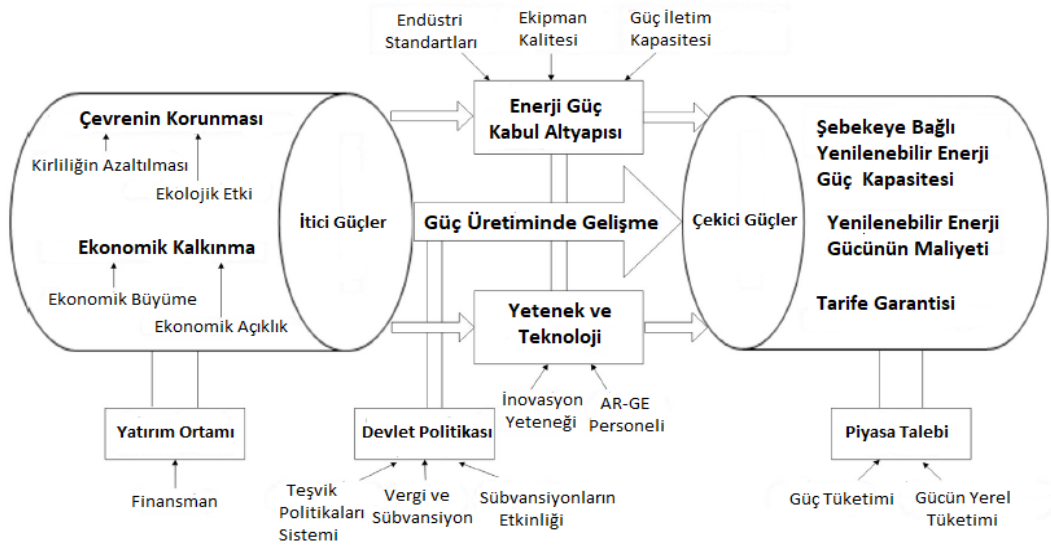
**2. Yeşil teknoloji pazarlarını erken aşamada koruma:** Yeni teknoloji pazarlarının ilk gelişim aşamasında küresel rekabete karşı korunması gereklidir. Politika yapıcılar, yerli satın alma ve üretim gerekliliklerini uygulamış ve rüzgar endüstrisi küresel rekabette yeterince güçlü hale geldiğinde bu gereklilikleri kaldırmıştır.

**3. Hırslı ama ulaşılabilir hedefler belirleme:** Yenilenebilir enerji düzenlemeleri uygulanırken, ilk niyetleri gözden kaçırmadan, Çin'in kapasitesine uygun hedefler belirlenmiştir. Örneğin, 2010 yılına kadar 5 GW'lık rüzgar enerjisi hedefi gerçekleştirildiğinde hedef 10 GW'a çıkarılmıştır.

Bu politikalar, Çin'in enerji güvenliği hedefi ve yenilenebilir enerji teknolojisi ihracatındaki artışı desteklemiştir. Çin'in yenilenebilir enerji stratejisi ve başarısı bazı yönlerden benzersiz olsa da, bu mekanizmaların diğer ülkeler tarafından da tekrarlanması mümkündür(<https://www.unescap.org> E.T. 03/12/2024).

Bu noktada, Çin'in yenilenebilir enerji alanındaki başarısının ardındaki faktörleri inceleyen önemli bir çalışmaya değinmekte yarar vardır. Zhao ve Chen (2018), Çin'de yenilenebilir enerji üretiminin (YEÜ) gelişimini etkileyen kritik faktörler üzerine sistematik bir inceleme sunmaktadır. Çalışma kapsamında, çok yönlü içerik analizi yoluyla YEÜ gelişimini etkileyen toplam 43 etki faktörü tanımlanmıştır. Daha sonra, Çin bağlamında YEÜ gelişimini etkileyen 33 kritik faktör, anket çalışması ve Göreli Önem Endeksi Modeli kullanılarak çıkarılmış ve önceliklendirilmiştir. Ayrıca, Temel Bileşenler Analizi uygulanarak bu kritik faktörler 12 temel bileşene (yenilenebilir enerji talebi için piyasa talebi, ekonomik kalkınma, şebekeye bağlanan yenilenebilir enerji miktarı, ekipman kalitesi ve inşaat seviyesi, yetenek ve teknoloji, yenilenebilir enerji güç kabul altyapısı, yenilenebilir enerji maliyeti, devlet politikası uygulamaları, endüstri standartları, çevresel koruma baskısı, yatırım ve finansman ortamı ve tarife garantisi) indirgenmiştir. Son olarak, temel bileşenler ve kritik faktörler tarafından oluşturulan etkileşim mekanizmalarını göstermek için bir sürükleyici güç modeli oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında tanımlanan 33 kritik faktörden çıkarılan ilk 5 kritik faktörü öncelik sıralaması ile belirtmek gerekirse sırayla, “Elektrik şebekesine erişim kapasitesi ve uzun mesafe iletim kapasitesi”, “Elektrik tüketimi”, “Bağımsız Ar-Ge ve yenilik kabiliyeti”, “CO<sub>2</sub>, atık gaz, atık su ve katı atık emisyonlarını hafifletmek” ve “yenilenebilir enerji gücünün yerel tüketimi” dir.





**Şekil 5: Sürükleyici Güç Modeli**

**Kaynak:** Zhao ve Chen (2018)

Şekil 5’de YEÜ’nün gelişimini etkileyen kritik faktörleri ve temel bileşenleri bir arada gösteren sürükleyici güç modeli gösterilmektedir. Bu model, YEÜ gelişimi için etki mekanizmalarının itici güçler, çekici güçler ve içsel güçlerden oluştuğunu göstermektedir. Şekilde gösterildiği gibi sürükleyici güç modelinin 12 temel bileşenden ve bunlara karşılık gelen üst düzey kritik faktörlerden oluştuğu görülmektedir. “Çevre koruma” ve “ekonomik kalkınma”, YEÜ’nün gelişimi için en önemli itici güçler olarak işlev görmektedir ve bu iyi bir “yatırım ortamı”nı gerektirmektedir. “Şebekeye bağlı yenilenebilir enerji güç miktarı”, “yenilenebilir enerji gücü maliyeti”, “yenilenebilir enerji için tarife garantisi” ile birlikte “piyasa talebi” önemli çekici güçleri oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra, itici ve çekici güçlerin dışında, “yetenek ve teknoloji”, “yenilenebilir enerji gücü kabul altyapısı” ve “devlet politikası” içsel güçleri temsil etmektedir. Bu model, Çin’in tecrübelerinden yola çıkarak diğer ülkelerde yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi için harekete geçirilmesi gereken kritik faktörlerin neler olabileceği hakkında önemli dersler içermektedir.

## **5. BÖLÜM: CO<sub>2</sub> SALIMI, ENERJİ TÜKETİMİ, EKONOMİK BÜYÜME VE DIŞA AÇIKLIK İLİŞKİSİNE DAİR TEORİK VE AMPİRİK LİTERATÜR**

1750’li yıllardan itibaren başlayan sanayi devrimi beraberinde modern ekonomik büyüme çağını da başlatmıştır. Sachs (2019:81-83)’a göre sanayi devrimi öncesinde dünya, gelir düzeyleri açısından adil bir eşitlik yaşamaktaydı. Dünyanın hemen hemen her yeri kırsaldı ve küçük toprak sahibi çiftçi-köylüler geçimlerini kıt kanaat sağlamaktaydı. Bu dönemlerde kötü hasatın anlamı açlık ve ölümdü. Sanayi devrimiyle birlikte dünyanın bazı bölgeleri uzun süreler boyunca sürdürülebilir kişi başına GSYİH artışları yaşamış ve bu sayede kendilerini kırsaldan kente, basit tarımdan yüksek getirili tarıma ve küçük ölçekli üretimden modern sanayiye ve hatta günümüzde olduğu gibi yüksek teknoloji, bilgi yoğun sanayi ve hizmet ekonomisine taşımayı başarmışlardır. Ayrıca bu 250 yıllık modern büyüme döneminde zenginler ile yoksullar arasındaki gelir uçurumu da ortaya çıkmıştır. İnsanoğlu yerleşik tarıma geçtiğinden beri geçen yaklaşık 10.000 yıl boyunca ekonomik değişim o kadar yavaş olmuştur ki; savaşlar, kıtlıklar gibi geçici şoklar hariç tutulursa yaşam nesiller boyunca değişmez gibi görünmüştür. Toplam dünya üretimine bakıldığında, 1800 yıl boyunca hatta daha da uzun bir dönemde dünya üretimini temsil eden çizgi düz bir seyir izlemiştir. 1750 yılı civarında başlayan ekonomik yükselişle dünya üretiminde çok keskin bir artış trendi başlamış ve bu trend sanayileşme öncesi dünya üretimini temsil eden düz bir çizginin aksine yukarıya doğru dik eğimli bir çizgi biçimini almıştır. Her ne kadar dünya ekonomisi dünyanın farklı yerlerinde farklı hızlarda ilerliyor olsa da sözü edilen dünyanın üretimini temsilen çizilen dik çizgi, günümüzde dünya üretimi arttıkça dikleşmeye devam etmektedir. Sanayi devrimiyle birlikte başlayan dünya üretimindeki artışın kaynağı kişi başına GSYİH artışı ve nüfus artışıydı. Gerçekten de, Dünya nüfusu 18. yüzyılın ortasından itibaren büyük bir yükseliş sergilemiştir. Bu nüfus artışı büyük ölçüde ekonomik ve teknolojik bilgi birikimindeki değişimler, daha da önemlisi gittikçe büyüyen küresel nüfusun beslenmesini sağlayan gıda üretimindeki gelişmeler sayesinde gerçekleşmiştir. Kişi başına üretim de hemen hemen aynı dönemden itibaren hızla artmaya başlamıştır. Özetle, sanayi devrimiyle birlikte başlayan süreçte her şey çarpıcı bir şekilde değişmiş nüfus, kişi başına üretim ve teknolojik ilerleme hızla artmaya başlamıştır.

Modern ekonomik büyüme çağında gözlemlenen üretim artışı, teknolojik ilerlemelerin yanında enerji tüketimine de bağlıydı. Sanayileşmeyi temsil eden kitlesel üretim büyük fabrikalarda ancak enerji sayesinde gerçekleştirilebilirdi. Üretim için gerekli hammaddeler kaynağından üretimin yapılacağı tesislere, üretilen mallar ise pazarlara ulaştırılmalıydı. Bu da, ancak taşımacılıkta kullanılan araçlar için gerekli olan enerjinin sağlanmasıyla gerçekleştirilebilecekti. Özetle, sanayileşmeyle başlayan ekonomik büyüme çağını “enerji” olmaksızın düşünmek mümkün değildir.

Sovyetler Birliği’nin dağılmasıyla birlikte dünya ekonomisinde neoliberal politikalar hakimiyetini ilan etmiş ve 1989 yılında kalkınma iktisatçısı Williamson tarafından “Washington Mutabakatı (Washington Consensus)” olarak adlandırılan ilkeler IMF ve Dünya Bankası tarafından gelişmekte olan ülkelere neoliberal bir politika paketi olarak sunulmuştur. Doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının ve dış ticaretin serbestleştirilmesi, serbest piyasaya işlevsellik kazandırılması gibi neoklasik önermeleri içeren bu ilkelerden sonra “dışa açıklık” kavramı modern ekonomilerimizi şekillendiren bir diğer özellik olarak karşımıza çıkmaktadır. Şunu da belirtmek gerekir ki, dışa açıklıkla kast edilen çoğunlukla ticari dışa açıklık ve finansal dışa açıklıktır. Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve dışa açıklık olarak yukarıda belirtilen ve modern ekonomilerimizi karakterize eden bu üç önemli olgunun neden olduğu CO<sub>2</sub> salımları bu bölümde tartışılacaktır.

### **5.1. Ekonomik Büyüme ve CO<sub>2</sub> Salımı İlişkisi**

Ali ve Oliveira (2018), çevre-kalkınma tartışmalarına hakim olan altı temel bağlantıdan bahsetmektedir. Birincisi, ekonomik kalkınmanın kirliliği azaltmasıdır. Bu yaklaşım, ekonomik gelişmenin çevre kirliliğinin azalmasına yol açıp açamayacağına dair ÇKE hipotezini ele almaktadır. ÇKE hipotezi, ekonomik gelişmenin belirli bir aşamaya gelinceye kadar çevresel zararları beraberinde getirebileceğini, ancak bu gelir seviyesinden sonra çevre kalitesinin kendiliğinden iyileşmeye başlayacağını öne sürer. Bu çerçeveye göre gelir arttıkça çevre bilinci ve düzenlemeler de artar; böylece ekonomik büyüme çevresel performansı olumlu yönde etkiler.

İkincisi, ekonomik kalkınmanın çevre kirliliğini artırabileceği görüşüdür. Bu ilişki, ekonomik gelişmenin çevresel olumsuzluklarla ilişkisini ortaya koymaktadır. Ekonomik büyüme, altyapı projeleri için doğal kaynaklara olan talep ve artan gelir seviyeleri ile daha

fazla kirlilik yaratan tüketim kalıpları nedeniyle çevreye zarar verebilir. Özellikle ulaşım ve enerji altyapısına yapılan yatırımlar, ormansızlaşma ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi olumsuz çevresel sonuçlara yol açmaktadır.

Üçüncüsü, kirliliği azaltma çabalarının ekonomik büyüme üzerindeki olumsuz etkileridir. Kirliliğin azaltılması, özellikle kirlilik yoğun faaliyetlerde bulunan şirketler için yüksek maliyetlerin ortaya çıkmasına neden olmakta ve bu durum büyümeyi kısa dönemde olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Gelişmekte olan ülkelerde iş ve gelir yaratma öncelikleri nedeniyle çevre koruma harcamalarına daha az kaynak ayrılmaktadır. Ancak uzun vadede, çevre dostu teknolojilerle kirliliği azaltmanın ekonomik faydalar sağlayabileceği belirtilmektedir. Ayrıca uluslararası ticaretin çevresel düzenlemeler üzerindeki etkisi ve çevresel düzenlemeler aracılığıyla yeşil sermaye birikimini teşvik edilebileceği savunulmaktadır. Çevresel düzenlemeler ile rekabet avantajı arayışı ise “kirlilik cenneti” riskini doğurabilir.

Dördüncüsü, kirliliğin ekonomik büyüme üzerindeki olumsuz etkisidir. Doğal sermaye diğer tüm sermaye türlerinin türetildiği temel bir kaynaktır. Ancak bu sermayeyi destekleyen çevresel sistemlerin bozulması endişe yaratmaktadır. Klasik ekonomi teorisi kirliliği “ekonomik maliyet” yerine “sosyal maliyet” olarak görse de, ekolojik iktisatçılar çevresel bozulmayı hem kaynakların tükenmesi hem de kirlilik nedeniyle kaynak kullanımının sınırlanması olarak ele almaktadır. Kirlilik, doğal kaynakları tüketmenin yanı sıra işgücü verimliliğini düşürür, tarım ve balıkçılık gibi sektörlerin üretkenliğini azaltır. Bu kapsamda, kirliliğin ekonomik büyüme üzerindeki kısa vadeli kirlilik azaltma maliyetlerinin yerine uzun vadeli toplumsal maliyetlerinin öne çıktığı vurgulanmaktadır. Beşincisi, kirliliğin ekonomik büyümeye rağmen kalkınma üzerindeki olumsuz etkisidir. Kirliliğin insan gelişimi üzerindeki olumsuz etkileri, sağlık sorunları, zeka geriliği, yaşam süresinin kısalması ve tarım verimliliğinin düşmesi gibi sorunlarla kendini gösterir. Düşük gelirli gruplar, daha fazla kirliliğe maruz kaldıkları için kirliliğin bu kesimler üzerinde orantısız bir etkisi vardır. Bu da ekolojik adalet sorunlarını gündeme getirir. Ayrıca, kirlilik tarıma ve balıkçılığa dayalı geçim kaynaklarını tehdit eder. Ekosistem hizmetlerinin korunması, ekonomik gelişme ve çevre koruma arasındaki dengeyi sağlamada önemli bir araçtır.

Altıncısı, döngüsel ekonomidir. Döngüsel ekonomi, kaynakların geri dönüştürülerek çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasını amaçlayan ve geleneksel doğrusal ekonomi

modeline alternatif sunan bir yaklaşımdır. Bu model, kaynakları daha verimli kullanmayı hedeflerken ekonomik büyümeyi kısıtlamamayı amaçlar. Ancak döngüsel ekonomi, tüketimin azalmasını ve ürünlerin dayanıklılığının artmasını gerektirir; bu durum, özellikle gelişmekte olan ülkelerde geçim kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Ayrıca, Jevons Paradoksu'na göre verimliliğin artması toplam tüketimi artırabileceğinden, ekonomide genel bir tüketim azaltımı gerekebilir. Döngüsel ekonominin uygulanması geleneksel üretim işlerinde azalma ve bazı geri dönüşüm çalışanlarının işsizlik riski ile istihdam sorunlarına yol açabilir. Kısa vadede yeşil iş olanakları yaratabilecek olan bu model, uzun vadede verimlilik baskısı nedeniyle iş sayısını azaltma potansiyeli taşır.

Ekonomik büyüme, bir ülkenin belirli bir dönem içerisinde ürettiği mal ve hizmetlerin parasal karşılığı olarak tanımlanabilir. Ekonomik büyümeyi karakterize eden şey üretim ve tüketim faaliyetlerinin artmasıdır. Bu faaliyetlerin çoğu fosil yakıtların (kömür, petrol, doğalgaz) kullanımını gerektirir ve bu da CO<sub>2</sub> salımının artmasına neden olmaktadır. Ekonomik büyüme aynı zamanda enerji talebinin artmasına neden olmaktadır. Artan talebin genellikle fosil yakıtlarla karşılanması, CO<sub>2</sub> salımını artıran bir diğer faktördür. CO<sub>2</sub> salımı, sera gazı salımlarının en önemli kaynağıdır ve küresel ısınmaya katkıda bulunan ana faktörlerden birisidir. Üretim fiziki bir malın üretimi şeklinde olabileceği gibi turizm sektörü gibi hizmet sektöründe bir hizmetin sunulması şeklinde de gerçekleşebilir. Esasında en temel ekonomik faaliyet olan üretimin gerçekleştirilebilmesi için enerji gerektiği açıktır. Üretim için gereken enerjinin büyük kısmı fosil yakıtlardan elde edildiği için üretim sürecinin kendisi yoğun bir enerji tüketimine neden olmakta, üretilen mal ve hizmetler beraberinde atık veya kirlilik olarak adlandırılan olumsuz çıktıların ve CO<sub>2</sub> salımının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu basit ilişki; üretim teknolojisine, kullanılan enerji kaynağına, devletlerin çevresel düzenlemeleri gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir.

Ekonomik büyüme, genellikle taşımacılık ve ulaşım sektörlerindeki faaliyetleri de arttırmaktadır. Çünkü hammadde ihtiyacı ve üretilen malların pazarlara ulaştırılması ulaşım sektörünün büyümesiyle karşılık bulacaktır. Ayrıca, artan refahla birlikte toplumun bir kesiminin seyahat talebi artacaktır. Yolcu ve yük taşımacılığındaki artış ise yakıt tüketimini dolayısıyla CO<sub>2</sub> salımını artıracaktır. Daha önce de belirttiğimiz gibi ekonomik büyüme genellikle sanayileşme süreci ile ilişkilidir. Sanayileşme, enerji yoğun

sektörlerin büyümesine neden olmaktadır. Artan enerji tüketimi sonucu CO<sub>2</sub> salımı artmaktadır. Ancak kalkınmanın ilerleyen aşamalarında bu durum değişebilmektedir. Hizmet sektörünün ekonominin öncü sektörü durumuna gelmesi pek çok gelişmiş ülkede gözlenen bir durumdur. Ekonomik büyüme, teknolojik yenilikleri ve verimliliği teşvik edebilir. Ancak, bazen bu teknolojik ilerleme daha verimli enerji kullanımına rağmen daha fazla enerji tüketimi ve dolayısıyla CO<sub>2</sub> salımı ile de sonuçlanabilir.

Ekonomik büyüme nüfusu artırabilir. Nüfus artışı da genellikle CO<sub>2</sub> salımını artıran bir diğer faktördür. Daha büyük bir nüfus, daha fazla tüketim ve daha fazla enerji talebi anlamına gelmektedir. Tarih boyunca nüfus artışı ile CO<sub>2</sub> artışı arasında bir paralellik gözlenmektedir. Dünya çapında tipik bir insan, yaşamı boyunca yaklaşık dört ton CO<sub>2</sub> üretir. Bu rakam büyük ölçüde farklılık göstermektedir. Örneğin, ABD'deki ortalama bir birey Bangladeş'teki ortalama bir bireye göre 40 kat fazla CO<sub>2</sub> üretmektedir (Karbon Almanlığı, 2023:65). Kişi başına GSYİH rakamları yüksek olan gelişmiş ülkelerde kişi başına düşen CO<sub>2</sub> miktarı da oldukça yüksektir. Yapılan bir araştırmaya göre dünya nüfusunun yoksul yarısını oluşturan yaklaşık 3,5 milyar insan tüketime bağlı küresel emisyonların yalnızca %10'undan sorumludur. Ayrıca, bu insanlar iklim değişikliğine karşı en savunmasız olan bölgelerde yaşamaktadır. Buna karşılık, küresel olarak nüfusun en zengin %10'luk kesimi tüketime dayalı emisyonların yaklaşık %50'sinden sorumludur. Bu grubun ortalama karbon ayak izi, nüfusun en yoksul yarısına kıyasla 11 kat, en yoksul %10'luk dilime kıyasla ise 60 kat daha fazladır. Küresel olarak en zengin %1'lik dilimin ortalama karbon ayak izi, en yoksul %10'luk dilime kıyasla 175 kat daha fazla olabileceği tahmin edilmektedir(Gore, 2015). Atmosferdeki CO<sub>2</sub> miktarının iki katına çıktığı 1990 ile 2015 yılları arasında farklı gelir gruplarının tüketime dayalı emisyonları değerlendirildiğinde küresel en zengin % 10'luk kesim, CO<sub>2</sub> emisyonlarının yarısından fazlasını (%52) oluşturmuştur. En zengin % 1 ise emisyonların %15'inden sorumlu olup, bu oran insanlığın en yoksul yarısının emisyon miktarının iki katından fazladır(<https://www.oxfam.org.uk> E.T. 01/10/2024.). Buna göre servet, üretilen CO<sub>2</sub> salımlarıyla doğru, oluşan iklim değişikliğinin sonuçları ile ters korelasyona sahiptir. Bunun anlamı şudur: en çok karbon üretenler zengin kesimken iklim değişikliğinden en çok etkilenenler dünyanın yoksul kesimidir. Hem sebep olunan karbon salımı açısından hem de ortaya çıkan etkilere maruz kalma açısından bariz bir eşitsizliği işaret eden bu tabloya göre küçük bir insan nüfusu, toplam nüfusun yarısının iki katı kadar emisyon

sorumludur(Karbon Almanayı, 2023:93). Bu noktada, iklim değişikliğini kişisel sorumluluk çerçevesinde ele almak haklı itirazlara neden olmaktadır. Agarwal ve Narain (1991), lüks emisyonlar ile zorunlu emisyonlar arasında bir ayırım yapmaktadırlar. Buna göre geçimini sağlamak isteyen bir çiftçinin neden olduğu CO<sub>2</sub> salımı ile seyahat eden bir turistin neden olduğu CO<sub>2</sub> salımı arasında önemli farklar vardır.

IPCC raporlarına göre en önemli CO<sub>2</sub> emisyon kaynakları fosil yakıtlar ve endüstriyel üretilerdir. Sanayileşmiş ölkelerde, ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salımı arasındaki doğrudan ilişki uzun yıllar boyunca gözlemlenmiştir. Örneğin Onafrei vd.(2022), 27 AB ölkesi için yaptıkları çalışmada ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımı arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Azam vd. (2016), Çin, Japonya ve ABD'de CO<sub>2</sub> salımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır. Uluslararası Enerji Ajansı'nın web sitesinde yayımlanan bir analize göre enerji verimliliğindeki iyileşmeler ve temiz enerji kaynaklarının kullanımındaki artış ile birlikte bazı gelişmiş ekonomilerde ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımı arasındaki bağ zayıflamaya başlamıştır. Ekonomik büyümenin enerji yoğunluğundaki istikrarlı iyileşmeler (bu iyileşme ek bir küresel GSYİH birimi üretmek için daha az enerjiye ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir) ve yakın zamanlarda temiz enerji kaynaklarında yaşanan çarpıcı artışla birlikte ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasında artan bir ayrışma oluşmaya başlamıştır. Gelişmiş ekonomilerde, GSYİH'de devam eden büyümeye 2007 yılında CO<sub>2</sub> salımlarında bir zirve ve ardından bir düşüş eşlik etmiştir. ABD'de GSYİH 1990'dan bu yana iki katına çıkmasına rağmen CO<sub>2</sub> salımları 1990 yılı seviyelerine geri dönmüştür. AB ölkelerinde, ekonomi şu anda %66 daha büyükken CO<sub>2</sub> salımları 1990 yılına göre %30 daha düşüktür. Ayrıca, diğer gelişmiş ekonomilerde de benzer eğilimler gözlenmektedir (<https://www.iea.org/> E.T. 15/12/2024.). Bu noktada, ayrıklaştırma (decoupling) kavramına değinmekte yarar vardır. Ayrıklaştırma, ekonomik büyüme sürecinde çevrenin marjinal olarak zarar görmemesini sağlamak anlamına gelmektedir. Yani minimum kaynakla maksimum üretim yapmak ya da aynı miktarda kaynak kullanarak daha fazlasını üretmek demektir. Bu, üretim arttıkça ve ekonomik büyüme devam ettikçe, çevreye zarar verme miktarının azaldığı veya marjinal olarak zararın oluşmamış olduğu anlamına gelmektedir. Ekonomik ayrıklaştırma olarak adlandırılan bu süreç, göreceli ve mutlak olmak üzere iki ana kategoriye ayrılabilir. Her bir birim üretim artışına karşılık

çevresel bozulmadaki marjinal azalma göreceli ayırıklaştırma (relative decoupling) olarak tanımlanırken daha az kaynak kullanarak daha çok üretim yapmak ya da kaynak miktarını artırmadan daha fazla üretim yapmak mutlak ayırıklaştırma (absolute decoupling) olarak tanımlanmaktadır (Ucal vd. 2017:377-378). Bir ekonomide ayırıklaştırmanın başarılması durumunda daha fazla çıktıya rağmen daha az CO<sub>2</sub> salımına neden olan kaynak kullanılacağı açıktır.

IPCC raporlarına göre bir diğer önemli CO<sub>2</sub> emisyon kaynağı, yanlış arazi kullanımı, arazi kullanım değişiklikleri ve ormansızlaşmadır. Ekonomik büyüme ve kalkınma sürecinde, sanayi tesisleri, kentleşme ve altyapı yatırımları için gereken arazinin sağlanmasına yönelik olarak tarım arazilerinin bozulması ve ormanların tahrip edilmesi gözlenen bir durumdur. Ayrıca, ekonomik kalkınmanın ilk aşamalarında artan refahla birlikte yaşanan nüfus artışı sonucunda artan nüfusun beslenme ihtiyacının karşılanması için gelişen tarım sektöründe yanlış tarım politikalarının uygulanması ve yeni tarım arazileri açmak için ormanların yok edilmesi, ekonomik büyümenin tetiklediği bir diğer önemli CO<sub>2</sub> artışı kaynağıdır. Ekonomik büyüme ile birlikte genellikle çevre politikaları ve çevre standartlarını artıran düzenlemeler de gündeme gelebilmektedir. Daha sıkı emisyon standartları, ormanların korunması ve geliştirilmesine dair yasal düzenlemeler ve yenilenebilir enerji teşvikleri gibi politikalar CO<sub>2</sub> salımını azaltmaya yardımcı olabilir. Ekonomik kalkınmanın farklı aşamalarında ekonomik gelişme ile CO<sub>2</sub> salımı arasındaki ilişkinin değişmesi mümkündür. Genel olarak, ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımı arasında pozitif bir korelasyon olduğu bilinmektedir. Ülkeler geliştikçe ve GSYİH'leri arttıkça, genellikle daha fazla enerji tüketmekte dolayısıyla daha fazla CO<sub>2</sub> salımı gerçekleşmektedir. Bu durum, fosil yakıtlara olan bağımlılık, enerji verimliliğinin düşük olması ve ekonomik büyümenin tetiklediği artan talep gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanmaktadır. Kalkınmanın erken aşamalarında ülkeler genellikle ekonomik büyümeyi teşvik etmek için fosil yakıtları yoğun bir şekilde tüketirler. Enerji verimliliği düşük olduğundan endüstriyel üretim ve tarımsal faaliyetler yoğun CO<sub>2</sub> salımlarına neden olmaktadır. Bu aşamada, CO<sub>2</sub> salımı genellikle ekonomik büyüme ile birlikte artar. Ülkeler geliştikçe, daha temiz enerji kaynaklarına ve daha verimli üretim yöntemlerine yatırım yapmaya başlarlar. Bu durum, CO<sub>2</sub> salımlarının artış hızının yavaşlamasına hatta durmasına neden olabilir. Bazı durumlarda, CO<sub>2</sub> salımları azalma bile sergileyebilir. Burada belirleyici faktörler, toplumlarda çevre bilincin artmaya başlamasıyla daha temiz



enerji kaynaklarının ve temiz üretim yöntemlerinin talep edilmesi, ormansızlaşmanın azalması ve daha fazla yeşil alan talebi, yapılan yasal düzenlemelerle çevresel standartların artırılması ve hatta büyümenin sağladığı refah artışıyla daha temiz teknolojilere yapılan yatırımların artmasıdır. Gelişmiş ekonomilerde ise ekonomik büyüme daha az enerji yoğunudur ve ekonomik faaliyetler daha çok hizmet sektörüne dayanır. Bu durum, CO<sub>2</sub> salımlarının artışını yavaşlatabilir ve hatta azalmasına bile yol açabilir. Karbon yoğunluğu az üretim desenine geçilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımların artırılması, yeşil teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması sayesinde CO<sub>2</sub> salımlarında azalma gerçekleştirilebilir. Ayrıca iklim değişikliğiyle mücadelede olduğu gibi yapılan uluslararası anlaşmalarla salımları sınırlamaya yönelik bazı girişimler, ülkelerin yapmış oldukları taahhütler, işbirlikleri ve finansal destekler ekonomik kalkınmanın hangi aşamasında olduğu fark etmeksizin ülkelerin CO<sub>2</sub> salımlarında azalışlar sağlanmasına katkılar sunabilir.

## **5.2. Ekonomik Büyüme ve CO<sub>2</sub> Salımı Arasındaki İlişkiye Dair Teorik Literatür**

Ekonomik büyüme ile çevre arasındaki ilişki uzun yıllardır tartışılmaktadır. 1972 yılında yayımlanan “Büyümenin Sınırları” isimli kitap, Dünya’nın sınırlı doğal kaynaklarının mevcut ekonomik ve nüfus artış hızlarını uzun vadede sürdüremeyeceğini ileri sürmekteydi. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü’nden bir araştırma ekibi, nüfus artışı, tarımsal üretim, yenilenemeyen kaynakların tükenmesi, endüstriyel üretim ve kirlilik gibi beş temel faktörün küresel ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini bilgisayar simülasyonları yardımıyla incelemişlerdir. Bu çalışma, ekonomik büyümenin ve nüfus artışının gezegen üzerindeki olumsuz etkilerini açıkça vurgulamıştır (<https://www.clubofrome.org> E.T. 24/08/2024).

1970’den önce ekonomik büyümenin hammadde, enerji ve doğal kaynak tüketimini aynı oranda artırdığına inanılıyordu. Roma Kulübü tarafından ortaya atılan “Büyümenin Sınırları” görüşü, Dünya’nın sınırlı doğal kaynaklarının ekonomik büyümeyi engelleyeceğini ileri sürmekteydi. Roma Kulübü’nün çevre ekonomistleri, bu sınırlılığın gelecekte dramatik ekolojik sorunlara yol açabileceğini öngörerek, sıfır büyüme ile durağan bir ekonomiyi önermişlerdir (Dinda, 2004:433). Ancak, gelecekte dünya nüfusunun, gıda ve endüstriyel üretimin ilk başta katlanarak büyüyeceği daha sonra yönetilemez hale gelerek çökeceği, bakır, altın, kurşun, cıva, gümüş, kalay gibi hayati

minerallerin tükenebileceği, yenilenemeyen kaynakların tükenmesi, tarım arazilerinin sınırlı kapasitesi ve aşırı kirliliğin yeryüzü tarafından emilme kapasitesinin sınırlarının aşılmasıyla dünya ekonomisinin çöküşe geçeceği gibi geleceğe dönük birçok öngörünün henüz gerçekleşmemesi “büyümenin sınırları” argümanının üstesinden gelinebileceği yönündeki iyimserliği artırmıştır. Büyümenin Sınırları isimli çalışmanın baş yazarı olan Donella Meadows, hiçbir sistemde sonsuz büyüme diye bir şeyin olmadığını dolayısıyla çalışmalarının basit bir teori olduğunu belirterek özetlediği(<https://sosyalekonomi.org> E.T. 07/09/2024) popüler kitap aslında olası felaket senaryolarının yanında aynı zamanda bir umut mesajı da içermektedir. İnsanoğlu, kendisine ve mal üretimine sınırlar koyarak, nüfus ve üretimin dikkatle seçilmiş bir denge durumunda olduğu bir küresel denge durumu elde ederek sonsuz bir şekilde dünyada yaşayabileceği bir toplum yaratabilecektir(<https://www.clubofrome.org> E.T. 24/08/2024). Çalışma kapsamında, bilgisayar simülasyonlarıyla incelenen kaynakların sonlu olduğu koşullarda, ekonomik ve nüfus büyümesinin olası sonuçlarını tartışan kitaba göre mevcut büyüme eğilimleri değişmezse, bu yüzyıl içinde dünya büyümenin sınırlarına ulaşacak ve nüfus ile endüstriyel kapasitede ani bir düşüş yaşanacaktır. Ancak teknolojik ilerleme bu kaynakları sonsuza kadar genişletemeyeceği için büyümeyi ve nüfus artışını sınırlayarak ve sıfır büyüme hedefine ulaşarak bu felaketi önlemek akıllıca olacaktır(<https://haliccevre.com> E.T. 07/09/2024). Kitap gerek metodolojisi gerekse öngörülleri itibarıyla kamuoyunda ve akademide dikkatleri üzerine çekmiş, birçok destekleyici görüşlerin yanı sıra önemli sayıda karşıt görüşe sahip kişilerce de yoğun şekilde eleştirilmiştir. Ancak aradan geçen yıllar, Roma Kulübü ekonomistlerini haksız çıkarmış gibi görünmektedir. Lomborg (2023:45-46), Roma Kulübü üyelerinin insan dehasını gözden kaçırdığını belirterek insanlığın daha düşük maliyetle daha fazla kaynak bulma konusunda daha iyi hale geldiğini belirtmektedir. Burada yapılan en büyük hata insanoğlunun dikkate değer adaptasyon yeteneğinin analiz kapsamı dışında tutulmasıdır. Her ne kadar, ekonomik büyümenin sınırlarına dair tartışmalar sona ermemiş gibi görünse de günümüzde ekonomik büyüme ile çevre arasındaki ilişkiye politika perspektifinden bakıldığında cevabı araştırılan soru, ekonomik büyümenin çevre sorunlarına neden olmak yerine çevre sorunlarının çözümüne katkı sunup sunamayacağıdır(Bhattacharya, 2019:9). Bu kapsamda, ekonomik büyüme hem çevre sorunlarını artırabilir hem de bu sorunlarla mücadele için gerekli kaynakları sağlayabilir (Onofrei vd. 2022:1-2). Bu çerçeveden

bakıldığında en önemli çevre sorunlarından birisi olan iklim değişikliği özelinde ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisi de birçok araştırmaya konu olmaktadır. Literatürde, ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiye dair üç farklı görüş bulunmaktadır (Mardani vd. 2019:33): birinci görüşe göre ekonomik büyüme CO<sub>2</sub> salımını artırmaktadır. Buna göre, ekonomi ne kadar hızlı büyürse, enerji talebi ve dolayısıyla CO<sub>2</sub> salımı da o kadar artar. İkinci görüşe göre ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salımı arasında karşılıklı bir nedensellik söz konusudur. Üçüncü görüşe göre ise iki faktör arasında herhangi bir nedensellik yoktur; bu durumda enerji tasarrufu politikalarının ekonomik büyümeyi etkilemeden CO<sub>2</sub> salımlarını azaltabileceği söylenebilir.

### 5.2.1. IPAT Modeli

İnsan faaliyetlerinin çevreye olan etkisini açıklayan modellerden birisi IPAT modelidir. IPAT modeli 1970’li yıllarda ortaya çıkan basit ama işlevsel bir modeldir (Ehrlich ve Holdren 1971 ve 1972). Ehrlich ve Holdren, IPAT fikrini ilk ortaya atanlar ve “I=PAT” denklemini ilk kullanan araştırmacılarıdır.

IPAT modeli aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$I = P \times A \times T ;$$

Eşitlikte yer alan İngilizce terimlerin baş harflerinden oluşan IPAT denklemine göre çevresel etkinin temelinde üç faktör yer almaktadır. Bunlardan;

“T” çevresel etkiyi (Environmental Impact),

“P” nüfusu (Population),

“A” refah (Affluence) ölçütü olarak kişi başına üretimi,

“T” teknoloji (Technology) ölçüsü olarak kullanılan her birim üretimin çevresel etkisini göstermektedir. Formüle göre bağımsız değişken olarak tanımlanan (P) nüfus, (A) refah ve (T) teknoloji, çevresel sorunlara neden olan insan faaliyetleridir. IPAT’ın başlıca güçlü yönleri, çevresel değişimin arkasındaki temel itici güçlerin basit bir tanımlaması olması ve bu itici güçler ile etkiler arasındaki ilişkiyi tam olarak tanımlamasıdır. Modelde bir faktördeki değişiklikler diğer faktörlerle çarpıldığı için tüm itici güçlerin (P, A ve T) etkilerinin birbirinden bağımsız olmadığı açıkça ortaya konulmaktadır. Bunun önemli bir sonucu, hiçbir faktörün çevresel etkilerden tek başına sorumlu tutulamayacağıdır. Örneğin, belirli bir ülkede A artarken P ve T belirli bir süre boyunca sabit kalıyorsa, etkilerin yalnızca A’dan kaynaklandığını iddia etmek doğru olmayacaktır. Çünkü P ve T

değişmeden kalsalar bile, A'daki değişikliklerin etkilerini ölçeklendirirler (York vd. 2003:352). Swim vd. (2011:1)'e göre "T" teknoloji olarak kullanılmış olsa da pratikte bir hata terimi olarak hizmet ederek "P" ve "A" tarafından yakalanmayan tüm etki kaynaklarını temsil etmektedir. Buna karşılık, bir muhasebe denklemi olması nedeniyle hipotez testlerine izin vermemesi ve faktörler arasındaki fonksiyonel ilişkide öncül bir orantılılık varsayması modelin temel sınırlamalarıdır (York vd. 2003:353). Ayrıca, IPAT denklemi doğal sermaye stoklarının göreceli kıtlığı hakkında da bilgi vermemektedir (Gürler vd. 2017:243).

Bu modele benzeyen bir diğer model IPACT modelidir.  $I = P \times A \times C \times T$  olmak üzere; (I) çevresel etkiyi, (P) nüfusu, (A) refah ölçüsü olarak kişi başına üretimi, (C) üretim birimi başına enerji tüketimini ve (T) teknolojiyi yani her birim enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonunu göstermektedir (York vd. 2003:353).

IPAT modeline bir davranış (behavior) değişkeni ilave edilerek IPBAT modeli geliştirilmiştir. Buradaki amaç, insanların farklı zaman ve mekanlardaki moda olan davranışlarının çevresel etkilerini ölçebilmektir. Ancak davranış değişkeni olarak tanımlanan "B" değişkeninin somut verilerle ifadesinde yaşanan güçlükler bu modelin daha az kullanılmasına sebep olmaktadır (Yılmaz ve Çınar, 2017:40).

IPCC'nin, iklim değişikliği konusunda CO<sub>2</sub>, nüfus, teknoloji, refah gibi faktörlerin ilişkisini IPAT denkleminde yola çıkarak inceleyen çalışmalar yapmış olması denklemin farklı çevre sorunlarının incelenmesinde kullanılabilirliğine dair fikir verse de sonrasında yapılan bir çok bilimsel araştırma, sosyoekonomik ve ekolojik problemlerin karmaşık doğasının IPAT denklemi ile açıklanmasının mümkün olmadığı konusunda hemfikir (Skd Türkiye, 2016:18).

### 5.2.2. Kaya Özdeşliği

Japon enerji ekonomisti Yoichi Kaya tarafından geliştirilen Kaya Özdeşliği (Polat vd. 2017:87), Ehrlich ve Holdren (1971) tarafından geliştirilen IPAT modelinin yenilenmiş bir versiyonu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kaya özdeşliği insan kaynaklı CO<sub>2</sub> emisyonlarının belirleyicileri olan dört faktör arasındaki ilişkiyi bölgesel düzeyde göstermektedir. Bu dört faktör, enerji tüketiminin karbon yoğunluğu, enerji yoğunluğu, kişi başına düşen GSYİH ve nüfustur (Ma ve Cai, 2018:888). Bu özdeşliğe göre (Nordhaus, 2020:372):

$CO_2 = P \times \frac{GSYİH}{P} \times \frac{CO_2}{GSYİH}$ ; P= Nüfus, GSYİH/P= Kişi başı GSYİH,  $CO_2/GSYİH =$  GSYİH'nın karbon yoğunluğudur.

Bu denklemde emisyon belirleyicilerinden herhangi birinin azaltılması durumunda, diğer faktörlerin bu azalışı dengeleyecek şekilde artmaması şartıyla toplam emisyonlarda bir azalma olacağı açıktır(Mavromatidis, 2016:344). Şunu da belirtmek gerekir ki, Kaya Özdeşliği IPCC'nin Emisyon Senaryoları Özel Raporu'nda gelecekteki emisyon senaryolarının geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır(<https://en.wikipedia.org> E.T. 25/04/2024).

### 5.2.3. Çevresel Kuznets Eğrisi

Ekonomi ile çevre arasındaki ilişkiyi karakterize eden en temel iktisadi önerme, ekonomik gelişmenin-kalkınmanın ilk aşamalarında çevresel bozulmanın (kirliliğin) artacağını ancak belirli bir seviyeden sonra bu bozulmanın azalacağını ileri süren Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezidir (Environmental Kuznets Curve Hypotesis). Bu hipotez, 1990'ların başından beri ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi açıklayan baskın teori olmuştur (Beyene ve Kotosz, 2020:637). Simon Kuznets (1955), tarafından ileri sürülen ve ekonomik büyüme ve kalkınmanın ilk aşamalarında gelir dağılımının önce bozulacağını ancak gelirin artmaya devam etmesi durumunda belirli bir eşik gelir düzeyinden sonra gelir dağılımındaki eşitsizliğin azalacağını belirten Kuznets Eğrisi Hipotezi, 1990'lı yıllarda iktisadi büyüme ile çevre kirliliği ve çevre tahribatı arasındaki ilişkiyi çözümlemek için de kullanılır hale gelmiştir. Ekonomik büyüme ile birlikte olumsuz çevresel etkinin (çevre kirliliği/çevresel bozulma) artacağı, belli bir gelir düzeyine ulaştıktan sonra ise azalacağını öne süren bu görüş “Çevresel Kuznets Eğrisi” (ÇKE) veya “Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi” olarak adlandırılmaktadır. ÇKE, daha fazla ekonomik faaliyetin kaçınılmaz olarak çevreye zarar vermesi görüşünün, teknoloji, zevkler ve çevre yatırımları hakkında statik varsayımlara dayandığını ve gelirler arttıkça çevre kalitesindeki iyileştirmelere olan talebin ve aynı zamanda yatırım için mevcut kaynakların da artacağını savunmaktadır(Beyene ve Kotosz, 2020:637-638). ÇKE'nin öngördüğü ilişki ilk kez Grossman ve Krueger (1991) tarafından Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması'nın (NAFTA) muhtemel çevresel etkilerini araştırırken gözlemlenmiştir. Bunu, Shafik ve Bandyopadhyay'ın (1992) araştırma raporu ve 1992 Dünya Kalkınma Raporu izlemiştir. Dünya Bankası'nın 1992

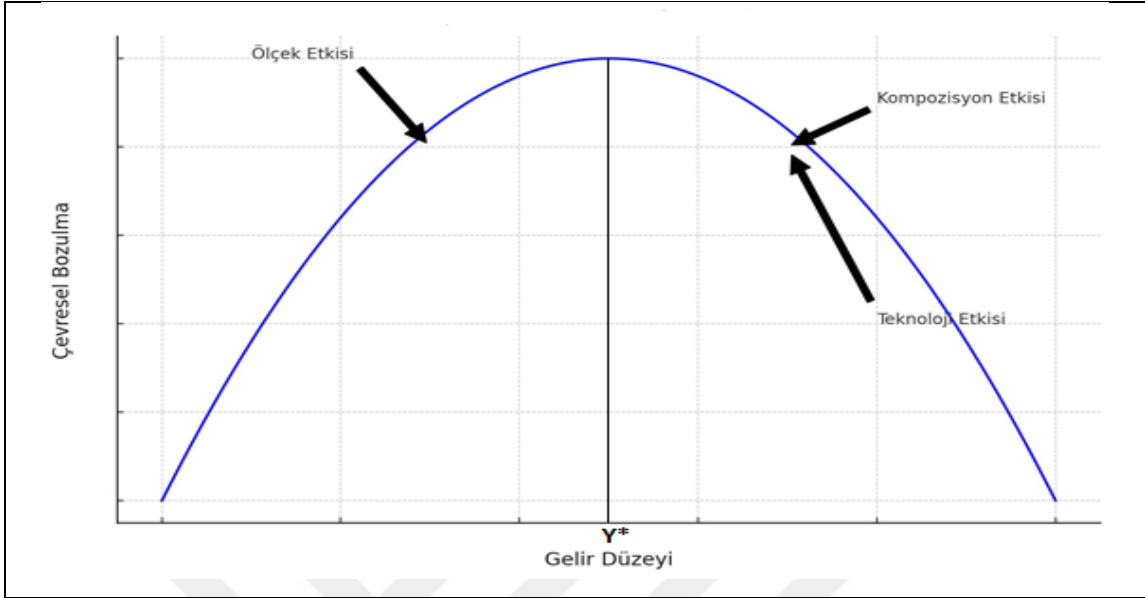
Dünya Kalkınma Raporu ÇKE'yi popüler hale getirmiştir(Stern, 2004:1420-1421). Panayotou (1993), “Çevresel Kuznets Eğrisi” terimini ilk kullanan araştırmacıdır (Kijima vd. 2010:1189). Panayotou(1993:2-5)'ya göre bir ülkenin doğal kaynak durumu ve çevresel koşulları, ekonominin büyüklüğü, sektörel yapısı, kullanılan teknolojinin gelişmişlik düzeyi, çevresel talep ve çevre harcamalarının etkinliği gibi beş temel faktöre bağlıdır. Ekonomi büyüdükçe doğal kaynakların tükenmesi ve kirlilik artış gösterir. Ekonominin sektörel yapısı da çevresel etkiler üzerinde önemlidir; tarım gibi birincil sektörlerle dayalı ekonomiler toprak erozyonu ve ormansızlaşma gibi kaynak tükenmesi sorunlarıyla karşılaşırken, sanayileşmiş ekonomiler daha çok kentsel kirlilik sorunları yaşar. Sanayinin GSYİH içindeki payı, ülkenin gelir düzeyine göre değişkenlik gösterir. Düşük gelirli ülkelerde sanayi küçük bir paya sahipken, orta gelirli ülkelerde demir-çelik, kimya ve çimento gibi ağır sanayiler baskındır. Yüksek gelirli ekonomilerde ise ileri teknoloji ve hizmet sektörü ön plana çıkar. Sanayileşmenin ilerleyen aşamalarında, bilgi teknolojileri ve hizmetler ağırlık kazanırken kimya ve ağır sanayilerin payı azalır. Bu durum, ekonomik kalkınmayla çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi açıklar. Ayrıca, sanayi tesislerinin yaşı ve bakım durumu çevresel etki seviyelerini etkiler; eski ve bakımsız tesisler, enerji ve malzeme verimliliğinde yetersiz üretim biçimi daha fazla atık ve emisyon üretir. Ekonomik kalkınma sürecinde gelirler arttıkça, çevresel bozulma da artar; ancak belirli bir gelir seviyesinin ardından çevre bilinci artar ve daha sıkı çevre düzenlemeleri yürürlüğe girer. Kalkınmanın erken aşamalarında, çevre koruma için çok az kaynak ayrılır çünkü çevresel talep düşük ve çevresel farkındalık zayıftır. Çevre olanakları, belirli bir yüksek gelir seviyesine ulaşılan kadar tüketici bütçesinde önemli bir yer tutmayan, gelir esnekliği yüksek bir mal olarak değerlendirilir. Gelir seviyeleri yükseldikçe, çevresel farkındalık artar ve çevreye yönelik kamu ve özel harcamalar başlar. Bu aşamada çevre, insanların sağlık, refah ve yaşam kalitesi üzerindeki etkisi nedeniyle giderek daha fazla önem kazanır ve çevre düzenlemeleri de buna bağlı olarak sıkılaştırılır. Ülkelerin gelişme sürecinde, ilk başlarda düşük gelirle biyolojik olarak parçalanabilir atıklar üretilir ve çevresel bozulma sınırlı kalırken, sanayileşmenin hızlanmasıyla kaynak tüketimi artar ve kirlilik de artmaya başlar. Gelişmişlik düzeyi arttıkça çevresel bozulmanın etkisi görünür hale gelir ve bireyler çevre dostu politikaları ve düzenlemeleri desteklemeye yönelirler. Sonuç olarak, ekonomik gelişmenin ileri aşamalarında çevre koruma için yapılan harcamalar artar; ağır kirleticiler yerini daha

temiz teknolojiye bırakır ve çevre kalitesinde iyileşme sağlanır. Ekonominin büyüklüğü, ekonomi ve sanayi yapısındaki değişim, teknolojinin güncelliği, çevresel olanaklara olan talep ve çevre harcamalarının seviyesi kalkınma düzeyinin bir fonksiyonudur. Bu süreç, çevresel bozulma ile kişi başına düşen GSYİH arasında ters bir ilişki olduğu varsayımını destekler.

Özcan ve Öztürk (2019)'e göre ÇKE' nin tarihsel süreci, sanayileşme dönemi ile başlamıştır. Sanayi devriminden sonra artan çevre sorunları ve çevresel bozulmalar, bilim insanlarını bu sorunların nedenlerini ve çözümlerini araştırmaya yöneltmiştir. 18. yüzyılda Malthus, nüfus artışı ile kaynakların sınırlılığının uzun vadede insanlık için bir felaket getireceğini öne sürmüştür. 20. yüzyılda “Büyümenin Sınırları” isimli rapor, kaynakların tükenmesi ve çevresel bozulmanın ekonomik büyümeyi engelleyeceğini savunmuştur. Ancak 1980’lerde teknolojik gelişmelerin çevresel sorunlara çözüm olabileceği düşüncesi güçlenmiştir. 1987 yılında yayımlanan “Brundtland Raporu”, “Sürdürülebilir Kalkınma” kavramını öne sürmüş ve ekonomik büyümenin çevresel kaliteyi artırabileceğini savunmuştur. 1992 yılında yayımlanan Dünya Bankası’nın Dünya Kalkınma Raporu, çevresel sorunların çözümünde ekonomik kalkınmanın rolüne vurgu yapmış ve ÇKE kavramını popüler hale getirmiştir. ÇKE, ekonomik büyümenin başlangıçta çevresel bozulmaya yol açtığını ancak belirli bir gelir seviyesinden sonra çevresel kalitenin iyileşmeye başladığını öne sürmektedir. Sonuç olarak ÇKE kavramı, ekonomik büyüme ve çevresel kalite arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışan bir teoridir.

Geleneksel biçimiyle ÇKE ters “U” şekli ile gösterilmektedir. Ters “U” şeklindeki eğride, gelir düzeyi belli bir eşik değere yükselinceye kadar çevresel tahribat (kirlilik) artmakta, eşik düzeyinden itibaren azalan bir seyir izlemektedir. Literatürde yer alan ampirik çalışmalarda, çevresel tahribatı temsilen birçok farklı kirlilik göstergesinin kullanıldığı görülmektedir. CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ve azot (N) salımları, su kirliliği, nehir kirliliği, belediye atıkları, orman tahribatı gibi göstergeler sıklıkla kullanılan kirlilik göstergelerinden bazılarıdır. Orijinal ÇKE ters “U” şeklinde öngörülmüştür. Literatürde bu ilişkiyi doğrulayan çalışmalar mevcut iken, bazı çalışmaların ÇKE hipotezini reddettiği de görülmektedir. Bununla birlikte, literatürde gelir ile çevresel bozulma arasındaki ilişkinin “N” ve ters “N” formunda geliştiğini gösteren çalışmalara da rastlamak mümkündür. “N” biçimindeki eğri; başlangıçta artan çevre kirliliğinin gelir artışı ile birlikte azaldığını, yine belli bir düzeyden sonra kirlilikte artış gözlemlendiğini ifade etmektedir. Ters “N” eğrisi ise

gelir artıkça çevre kirliliğinin azaldığını, belirli bir uç noktaya geldikten sonra gelire paralel olarak kirliliğinin artacağını ifade etmektedir(Gürler vd. 2017:268).



**Şekil 6:** Çevresel Kuznets Eğrisi

**Kaynak:** Gürler vd.(2017)'den yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Şekil 6'da geleneksel ÇKE ters "U" şeklinde gösterilmektedir. Eğri, gelir düzeyi  $Y^*$  seviyesine gelene kadar çevresel bozulmanın (kirlilik) arttığını,  $Y^*$  düzeyinden sonra çevresel bozulmanın azalmaya başladığını göstermektedir.

Geleneksel ÇKE hipotezinde gelir düzeyi ile çevresel bozulma (kirlilik) arasındaki ilişkinin ters "U" biçimini almasının nedenlerinin açıklanmasında çeşitli faktörlerin etkili olduğu ileri sürülmektedir. Grossman ve Krueger (1991:3), çevresel etkilerin üç olası kaynağını belirlemişlerdir. Bunlar; ölçek etkisi, teknoloji etkisi ve kompozisyon etkisidir. Kijima vd. (2010:1191)'e göre ÇKE ilişkisini araştıran teorik modeller; davranışsal değişiklikler ve tercihler, kurumsal değişiklikler, teknolojik ve organizasyonel değişiklikler, yapısal değişiklikler ve uluslararası yeniden dağıtım gibi faktörlerin içerisinde en çok ilk üç faktör çerçevesinde tartışılmaktadır. ÇKE'yi şekillendiren faktörler şunlardır (Dinda, 2004:434-440):

**-Çevresel kalite talebinin gelir elastikiyeti:** Gelir arttıkça, insanlar daha yüksek bir yaşam standardı elde eder ve çevresel kaliteye daha fazla önem verirler. Bu durum, ekonomide yapısal değişikliklere ve çevresel bozulmanın azaltılmasına yönelik bir eğilime yol açar. Bir ÇKE'nin şeklinin en yaygın açıklaması, bir ülkenin yeterince yüksek bir yaşam standardına ulaştığında, insanların çevresel faktörlere artan bir değer atfettiği



fikri üzerine kuruludur. Gelirin belirli bir düzeye ulaşmasının ardından temiz bir çevre için ödeme yapma isteği, gelire kıyasla daha fazla artar.

**-Ölçek, teknoloji ve kompozisyon etkileri:** Ekonomik büyüme ile artan üretim doğal kaynakların daha fazla kullanımına yol açar. Artan üretim ayrıca yan ürün olarak daha fazla atık ve emisyon üreterek çevresel kalitenin azalmasına neden olur. Bu nedenle, ekonomik büyüme olumsuz bir ölçek etkisine sahiptir. Ancak, ekonomik büyüme aynı zamanda bir kompozisyon etkisi aracılığıyla çevreye olumlu bir etkiye sahiptir. Gelir arttıkça, ekonominin yapısı değişir ve giderek daha az kirlilik üreten temiz faaliyetler artar. Çevresel bozulma, ekonominin tarımsal alandan endüstriyel alana doğru gerçekleşen bir yapısal değişikliklerle artar. Ancak enerji yoğun endüstriden hizmetlere ve teknoloji yoğun endüstriye doğru başka bir yapısal değişikliklerle azalmaya başlar.

**-Uluslararası ticaret:** Ticaret, kirliliği artıran üretim yapısının boyutunu artırması durumunda çevresel bozulmaya neden olabilir. Ancak, serbest ticaretin çevre üzerindeki etkileri karışıktır. Ticaret, farklı kanallarla hem kirliliği artırabilir hem de kirliliği azaltmaya yönelik teşvikler sağlayabilir. Ticaret hacmi arttıkça (özellikle ihracat arttıkça), ekonominin büyüklüğü artar ve bunun sonucunda kirlilik artar, bu da ölçek etkisi yoluyla çevresel kalitenin azalmasına neden olabilir. Diğer yandan ticaret, kompozisyon etkisi ve/veya teknolojik etki yoluyla çevreyi iyileştirebilir (yani ticaret aracılığıyla gelir arttıkça, çevre düzenlemeleri sıkılaşır ve kirliliği azaltan yenilikler teşvik edilir). Kirlilik yoğun bir endüstride üretilen bir ürünün bir ülkede azalması, uluslararası ticaret aracılığıyla başka bir ülkede artmasına neden olabilir. Bu etki, “Kirlilik Cenneti Hipotezi” olarak adlandırılan hipoteze atfedilir. Ayrıca, ticaret bir ülkeyi uluslararası toplumlarla bağlantılı hale getirdiğinden gelişmekte olan bir ülke kirliliği azaltabilecek doğrudan yabancı yatırım (DYY) aracılığıyla teknoloji transferi yaparak kirliliği azaltabilir.

**-Piyasa mekanizması:** Doğal kaynakların ticaretinin yapıldığı piyasalarda işleyen bir piyasa mekanizması çevresel tahribatın gelirle birlikte artmaya devam etmesini önleyebilir. Ekonomik gelişme, piyasa mekanizmasını güçlendirebilir böylece gelişmekte olan bir ekonomi daha az kirlilettiği enerji kaynakları piyasasına doğru kademeli olarak geçiş yapabilir.

**-Düzenleme(Regülasyon):** Kirlilik seviyeleri, etkin çevresel düzenlemeler olmadan yükselmeye devam eder. Ekonomik ilerleme, bu düzenlemelerin hayata geçirilmesinde

kritik rol oynayan sosyal yapıların ve kurumların oluşumunu teşvik eder. Bu düzenlemeler, resmi olabileceği gibi sivil toplum kuruluşları ve sosyal gruplar gibi organizasyonlar tarafından yürütülen faaliyetler çerçevesinde gayri resmi de olabilir. Ayrıca mülkiyet haklarının güvence altında alındığı ülkeler daha etkili kaynak tahsisi sağlarlar bu da geliri artırır ve çevresel sorunları azaltır. Yasal bir düzen ve daha iyi uygulamayla güvence altına alınan mülkiyet haklarına ve etkili çevre düzenlemelerine ilişkin politikalar, ÇKE'yi düzleştirmeye yardımcı olabilir.

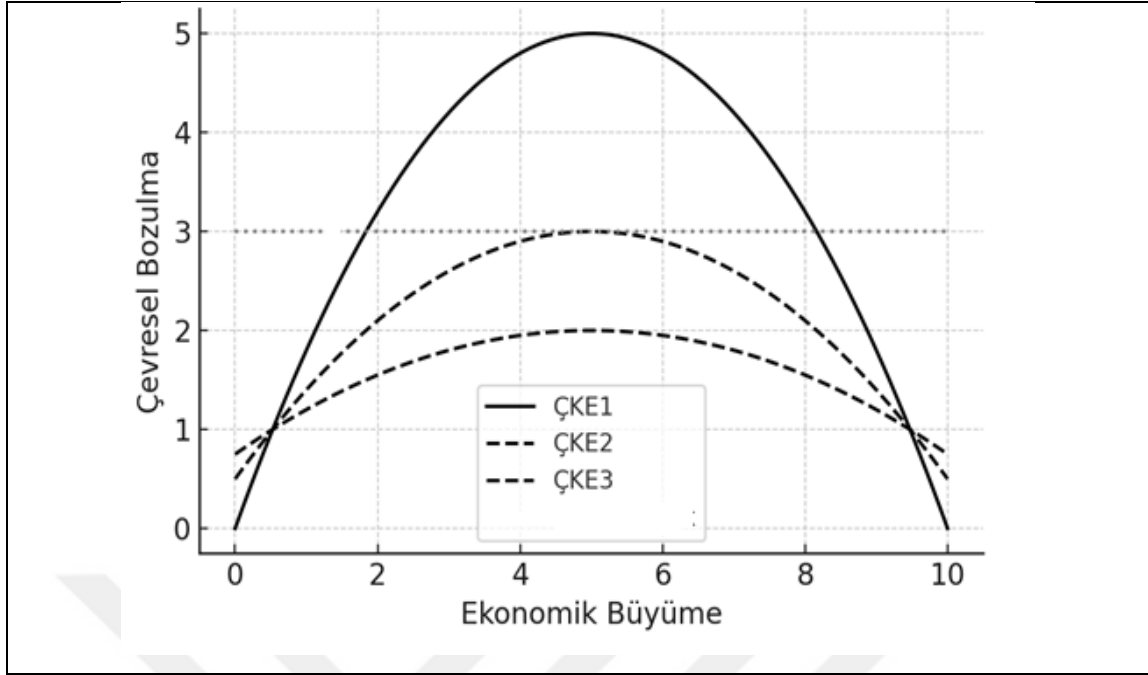
ÇKE'yi şekillendiren faktörlerden ölçek, kompozisyon ve teknoloji etkisi hakkında daha ayrıntılı bilgi vermek gerekirse(Gürler vd. 2017:269-270); ölçek etkisi, ekonomik büyümenin artan üretimle birlikte daha fazla doğal kaynak kullanımına ve daha çok atık ile emisyonun ortaya çıkmasına neden olduğunu belirtir. Üretim hacmi genişledikçe doğal kaynak tüketimi artar, bu da çevresel bozulmaları beraberinde getirir. Ayrıca, üretim sürecinde oluşan atık miktarı ve zararlı emisyonlar da yükselir. Sonuç olarak, gelir arttıkça çevre kirliliği de artış gösterir, çünkü daha fazla kaynak tüketimi ve atık üretimi çevreyi olumsuz etkiler. Kompozisyon etkisi, gelir artışıyla birlikte ekonomideki yapısal değişimlerin çevre üzerindeki olumlu etkilerini açıklar. Gelir düzeyi yükseldikçe, ekonomik faaliyetler tarımdan sanayiye ardından da hizmetler ve bilgi sektörlerine kayar. Bu geçiş sürecinde, özellikle sanayiye geçişin ilk aşamalarında artan doğal kaynak kullanımı ve göç gibi faktörler çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratır. Büyük şehirlerdeki göç, kırsal alanların yapılaşmasına ve doğal alanların tahrip olmasına neden olur. Ancak, ekonominin hizmetler ve bilgi sektörüne doğru ilerlemesiyle, bu sektörlerde daha az kaynak tüketimi ve çevreye zarar veren üretim süreçleri devreye girdiğinden çevresel bozulmalar azalmaya başlar. Dolayısıyla, ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında çevre üzerindeki negatif etkiler azalmaya başlar. Teknoloji etkisi, ÇKE'nin azalan bölümünü açıklar ve ülkelerin refah düzeyleri arttıkça çevre dostu teknolojilere daha fazla yatırım yapıldığını gösterir. Gelir arttıkça, araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) faaliyetlerine ayrılan fonlar artar ve bu da çevreyi korumaya yönelik yeni teknolojilerin geliştirilmesini sağlar. Özellikle gelişmiş ülkelerde, bu tür yatırımlar eski ve kirlletici teknolojilerin yerini daha çevreci alternatiflerin almasına yol açar. Sonuç olarak, teknolojik ilerleme sayesinde çevre kirliliği azalır ve çevre kalitesi iyileşir.

Ölçek etkisi ekonomik büyümenin erken aşamalarında çevresel kalite üzerinde olumsuz bir etki yaparken, bu etkinin ekonomik büyümenin sonraki aşamalarında kompozisyon ve

teknoloji etkileri ile dengeleneceğini ifade eden bu fenomenin çevresel kalite talebinin gelir esnekliği açısından da açıklanabileceğini belirten (Shahbaz ve Sinha, 2019:108-109)’ya göre ekonomik büyümenin erken aşamalarında, vatandaşlar ve politika yapıcılar için birincil endişe gelir seviyesini artırmaktır ve bu gelir seviyesindeki artış çevre pahasına da olsa elde edilir. Gelir artmaya başladığında, insanların yaşam standardı yükselir ve daha iyi bir çevresel kalite talebi artmaya başlar. Bu talep yapısal bir değişimle sonuçlanır. Bu yapısal değişim iki yönlü gerçekleşir: Bir yandan üretim tesislerinin eski ve kirlletici teknolojileri yeşil ve temiz teknolojilerle değiştirilir, diğer yandan hükümet, mevcut politika mekanizmalarını yeniden yapılandırarak çevre koruma politikaları ve düzenlemeleri geliştirir. Bu nedenle, daha iyi bir çevre talebi ve sanayi sektörü ile hükümetin buna yanıtı, çevresel kalitenin iyileşmesini teşvik eder. Bu dönüşüm, çevresel talebin gelir esnekliğinin artması sayesinde mümkün hale gelir ve bu ÇKE’nin ters U şeklindeki biçiminin başlıca nedenidir.

Bu nokta da Marksist ÇKE’ye de değinmekte yarar vardır. Lynch (2016)’e göre marksist analiz genellikle geleneksel ÇKE argümanını reddeder. Marksist ÇKE yaklaşımı, küresel kapitalizmin normal seyrinde iken bir sinüs dalgası gibi sürekli küresel olarak kirlilik üretimine devam eden döngüler üreteceğini belirtir. Küresel ekolojik krizi çözmenin umudunu taşıyan geleneksel ÇKE yaklaşımının aksine Marksist ÇKE ekonomik büyümenin kar yapma amacını artırmak için doğanın daha büyük miktarlarda tüketilmesine dayalı olarak uzun vadeli ekolojik tahribatın bir döngüsünü tekrarlamaya mahkum olduğunu ileri sürer. Kapitalizmin üretim güçlerinin genişlemesi her zaman doğanın yok edilmesine yol açar ve bu kapitalizmin sürekli genişlemesi için gereklidir. Ekolojik tahribat sorununa yönelik küresel çözüm kapitalist üretim biçiminden uzaklaşmaktadır.

Erken dönem ÇKE çalışmaları, gelir düzeyini, ekonomik kalkınmayla birlikte ortaya çıkan tüm değişiklikleri temsil eden genel bir temsilci değişken olarak ele almıştır. Şekil 7, farklı senaryolar altında ÇKE’nin alacağı şekilleri göstermektedir.



**Şekil 7:** Çevresel Kuznets Eğrisinin Yatıklaşması

**Kaynak:** Bhattacharya (2019)'dan yararlanarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

Buna göre şekil 7, etkili çevre politikaları, tanımlanmış mülkiyet hakları, yenilik ve teknolojik ilerlemenin ÇKE'yi nasıl düzleştirdiğini ve bu faktörlerin kalkınma sürecinde nasıl içselleştirildiğini göstermektedir. ÇKE1, teknolojik ilerleme, politikalar, düzenlemeler ve çevreyi iyileştirmedeki diğer ilgili engellerin büyüme sürecine içselleştirilmediği durumlarda çevresel bozulmanın yolunu gösterirken zaman içinde ekonomi, çevre politikaları, teknoloji, altyapı ve diğer ilgili faktörleri devreye soktukça ÇKE1 eğrisi ÇKE2 ve ÇKE3'e doğru kaymaktadır. Bu da kirleticilerin ve çevresel bozulmanın azalması anlamına gelmektedir. Daha sonraki çalışmalarda ise ek açıklayıcı değişkenler kullanılmıştır. Ancak, bu çalışmaların çoğu gelirin çevre kalitesini etkileyen en önemli değişken olduğu sonucuna varmıştır. ÇKE'nin yüksekliği veya dışbükeyliğinin derecesi, bir ekonomideki politikalar ve piyasalara bağlıdır. Etkili çevre politikalarının, enerji sübvansiyonlarının ve tanımlanmış mülkiyet haklarının varlığı, çevresel bozulmayı ve herhangi bir gelir seviyesi için ÇKE'nin yüksekliğini azaltacaktır. Ekonomik ve sosyal değişimlerdeki uyum hızı bu açıdan önemlidir. Daha yüksek gelir seviyelerinde azaltım etkileri ve ekonomilerdeki yapısal değişiklikler çevre kalitesinin seyrini belirlemede daha büyük bir rol oynayacaktır(Bhattacharya, 2019:12-13).

İnglesi-Lotz (2017:15), literatürde ÇKE hipotezinin yoğun şekilde incelendiğini ancak varlığı ve özellikleri konusunda bir fikir birliğine varılamadığını belirtmektedir. Sonuçlar;

yöntem, zaman dilimleri ve dahil edilen ve dışlanan değişkenlere göre değişmektedir. Emisyonlar veya enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi hem içsel hem de dışsal faktörler etkileyebilir. Bu nedenle, çalışmalarda farklı sektörler ve bölgelerin vaka özelliklerini yakalayabilmek için çok değişkenli modeller tercih edilmektedir.

ÇKE literatürü incelendiğinde, ÇKE hipotezini test eden ampirik çalışmalardan elde edilen kanıtların karışık olduğunu ve ÇKE hipotezinin doğrulanmasının ve reddedilmesinin yapılan her bir çalışmaya özgü birçok faktöre bağlı olarak değişebildiğini söylemek mümkündür. Gelir ile çevre kirliliği göstergeleri arasındaki ilişkiyi araştıran erken çalışmalardan Grossman ve Krueger(1991), Shafik ve Bandyopadhyay (1992), Panaty (1993) gelir ile çevre kirliliği arasında ÇKE hipotezinin önerdiği ilişkiyi tespit etmişlerdir. Ancak daha sonraki araştırmalarda bu ilişkinin geçerliliği sorgulanmaya başlanmıştır. Stern (1998, 2004) ve Dinda (2004), elde edilen kanıtlara göre yerel hava kirlleticilerinin kişi başına gelirle azaldığını ancak küresel iklim değişikliği açısından önemli olan CO<sub>2</sub> gibi küresel kirleticiler için aynı şeyi söylemin mümkün olmadığını belirtmektedir. Fosil yakıt kaynaklı enerji tüketimini ÇKE çalışmalarına dahil eden en erken çalışmalardan birisi olan (Sinha vd. 2019:74-75) Cole vd. (1997)'nin elde ettiği bulgulara göre anlamlı ÇKE'ler yalnızca yerel hava kirleticileri için mevcuttur. Küresel veya dolaylı etkiye sahip kirlilik göstergeleri ise ya gelirle birlikte monoton bir şekilde artmaktadır ya da kişi başına düşen yüksek gelir seviyelerinde büyük standart hatalarla tahmin edilen dönüş noktalarına sahiptirler. Stern (2004)'e göre ÇKE'nin dayandığı istatistiksel analiz sağlam değildir. Ülkelerin geliri arttıkça izledikleri ortak bir ters U şeklindeki yol için çok az kanıt bulunmaktadır. Gelir ile bazı kirleticilerin kentsel ortamdaki konsantrasyonları arasında ters U şeklinde bir ilişki olabilir ancak bunun daha titiz yöntemler ile test edilmesi gerekmektedir. ÇKE'nin emisyonlar veya konsantrasyonlar için yeterli bir model olduğu pek olası görünmemektedir. Stern (2004), ÇKE modelinin genellikle dışsallaştırılması zor olan yerel etkilere sahip kirleticiler için geçerli olduğunu ancak CO<sub>2</sub> emisyonları gibi etkileri nispeten kolay dışsallaştırılabilen kirleticilerin artmaya devam edeceğini ifade etmektedir. Nahman ve Antrobus (2005), azalan kirleticilerin genellikle halk sağlığı açısından önemli olan kirleticiler olduğunu ancak küresel açıdan önemli olan CO<sub>2</sub> gibi kirleticilerin kişi başına gelir ile birlikte artmaya devam ettiğini belirtmiştir.

Literatürde CO<sub>2</sub> salımının kirlilik göstergesi olduğu bazı çalışmalardan; örneğin Ahmed ve Long (2012), 1971-2008 tarihleri arasındaki dönem için Pakistan’da ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırdıkları çalışmalarında ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmışlarken, Erdoğan vd. (2015) Türkiye için yürüttükleri çalışmalarında 1975-2010 yılları arasındaki dönem için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Literatürde, aynı ülke için farklı sonuçlara ulaşan çalışmalara da rastlamak mümkündür. Örneğin, Türkiye için yapılan bir diğer çalışmada Lebe (2016), 1960-2010 yılları arasındaki dönem için ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Özetlemek gerekirse, ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salımı arasındaki ilişki karmaşıktır ve birçok farklı faktör tarafından etkilenir. Bu faktörlerin etkisi bazı ülkelerde bazı kirleticiler için ÇKE hipotezini destekler şekilde gelişmiştir. Bazı ülkelerde ise ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımı arasındaki ilişki farklı desenler sergilemiştir. Bu farklılıkların kaynağı, farklı faktörlerin ön planda olmasından ötürü ülke örneklerinde büyüme-CO<sub>2</sub> ilişkisinin farklı dinamiklerle hareket etmesinden kaynaklanabileceği gibi yapılan ampirik çalışmalarda kullanılan veri setlerinin farklılığı, açıklayıcı değişkenlerin çeşitliliği, çevresel kirlilik göstergesi olarak farklı değişkenlerin kullanılması, incelenen periyotların farklı zaman aralıklarını kapsamaması, farklı araştırma yöntemlerinin kullanılması gibi nedenlerden de kaynaklanmış olabileceği göz ardı edilmemelidir.

### **5.3. Ekonomik Büyüme ve CO<sub>2</sub> Salımı Arasındaki İlişkiye Dair Ampirik Literatür**

Ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkinin ampirik olarak araştırıldığı çalışmalara ilişkin literatür incelendiğinde yapılan çalışmaların çoğunlukla ÇKE hipotezinin geçerliliğinin araştırıldığı çalışmalar şeklinde olduğu görülmektedir. Ayrıca, değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin araştırıldığı çalışmalar ile CO<sub>2</sub> salımları ile ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını inceleyen ve ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisine ve yönüne ilişkin katsayı tahminlerinin yapıldığı çalışmalarda literatürde oldukça yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır.

ÇKE araştırmalarında, başlangıçta kesitsel veriler yaygın olarak kullanılırken zaman içinde zaman serisi ve panel verilerin kullanımı daha popüler hale gelmiştir(Sinha vd. 2019:70). Literatürde kirlilik göstergesi olarak CO<sub>2</sub> salımlarını dikkate alarak ÇKE hipotezini test eden çalışmalar genel olarak incelendiğinde, “gelir değişkeninin” yanında

açıklayıcı değişken olarak en yaygın kullanılan değişkenin “enerji tüketimi” olduğu görülmektedir. Shahbaz ve Sinha (2018:10-11)’ya göre ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştıran çalışmaların odağı yıllar içerisinde giderek fosil yakıt kaynaklı enerji tüketiminden yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimine kaymakta ve çevresel bozulmanın makroekonomik ve sosyal etkilerine yönelmektedir. Ayrıca, çalışmalarda ölçek etkisinden kompozisyon etkisi ve teknoloji etkisine geçişin enerji tüketimi desenleri üzerinden tespit edildiği söylenebilir. Bu kapsamda, ÇKE hipotezini test eden çalışmalar kapsamında enerji tüketiminin niteliği yıllar içerisinde değişmeye başlamıştır. Artık araştırmacılar yenilenebilir enerji tüketimini ÇKE çerçevesine dahil etmektedirler. Çünkü, dünya genelinde enerji tüketim desenleri bir dönüşüm geçirmektedir. Richmond ve Kaufmann (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışma hem fosil yakıt hem de yenilenebilir enerji tüketimini ÇKE hipotezi çerçevesinde ele almıştır. Bu çalışmadan sonra birçok çalışmanın fosil yakıt tüketimi ile birlikte yenilenebilir enerji tüketimini de analiz kapsamına dahil etmeye başladığı görülmektedir.

ÇKE hipotezi üzerine ilk ampirik çalışma olan Grossman ve Krueger (1991), küresel çevre izleme sistemi (GEMS) veritabanını kullanarak Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması’nın (NAFTA) potansiyel çevresel etkilerini incelemişlerdir. Bu kapsamda, 42 ülkede yer alan kentsel alanlarda üç hava kirleticiye ait karşılaştırılabilir ölçümleri kullanarak hava kalitesi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki analiz edilmiştir. İki kirletici (kükürt dioksit ve duman) için elde edilen sonuçlara göre kişi başına düşen GSYİH’nin düşük seviyelerinde yoğunluklar artarken, gelir artışı daha yüksek seviyelerde olduğunda bu yoğunluklar azalmaktadır. Bu çalışma ile ÇKE hipotezine dair ilk ampirik kanıtlar elde edilmiştir.

Shahbaz ve Sinha (2018:9), CO<sub>2</sub> salımları üzerine ÇKE tahmin çalışmalarının, Shafik ve Bandyopadhyay (1992) tarafından başlatıldığını belirtmektedir. Bu çalışmada, 1960-1990 döneminde 149 ülkenin kişi başına düşen CO<sub>2</sub> dahil on farklı çevresel göstergesi için ÇKE modelleri tahmin edilmiştir. Araştırma sonucu elde edilen bulgular, 1992 Dünya Kalkınma Raporu’nda kullanılmıştır. Tahminler doğrusal, kuadratik ve kübik model spesifikasyonları altında gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında; ticaret, politika ve altyapı ile ilgili bir dizi açıklayıcı değişken kullanılmıştır. Araştırmacılar, temiz su eksikliği ve kentsel sanitasyonun zamanla artan gelir seviyeleriyle birlikte düzenli olarak azaldığını tespit etmişlerdir. Ormansızlaşmanın her iki ölçüsünün gelirle anlamlı bir

ilişkiye sahip olmadığı belirlenmiştir. Gelirdeki artışın nehir kalitesini kötüleştirdiği gözlemlenmiştir. İki hava kirletici ise ÇKE hipotezini doğrulamıştır. Ancak kişi başına düşen CO<sub>2</sub> ve belediye atıkları artan gelirle birlikte artış göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre CO<sub>2</sub> salımları için ÇKE hipotezi doğrulanamamıştır.

Holtz-Eakin ve Selden (1995), 1951-1986 yılları arasındaki dönem için 130 ülkenin panel verisi üzerinde ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırmışlardır. Panel regresyon yöntemini kullandıkları çalışmalarında açıklayıcı değişken olarak yalnızca gelir değişkeni kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ÇKE hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, yapılan tahminler ekonomilerin gelişmesiyle birlikte birim başına emisyonlar azalsa da, küresel emisyonların artmaya devam edeceğini göstermiştir.

Cole vd. (1997) tarafından gerçekleştirilen bir diğer çalışmada, araştırmacılar 1960-1991 yılları arasındaki dönemde yedi ülke için ÇKE hipotezinin geçerliliğini test etmişlerdir. Kuadratik bir model spesifikasyonunu kullanan araştırmacılar, model tahminlerini panel regresyon yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir. CO<sub>2</sub> salımlarının bağımlı değişken olduğu çalışmada açıklayıcı değişken olarak gelirin yanında enerji tüketimi değişkeni de kullanılmıştır. Çalışma kapsamında, toplam enerji kullanımının CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisinin pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yapılan analiz sonucu elde edilen diğer bulgulara göre ÇKE'nin ters U şeklinde olduğu anlaşılmıştır.

Ang (2007), 1960-2000 yılları arasındaki dönem için Fransa ülke örneği üzerinde yaptığı araştırmada ÇKE hipotezinin geçerliliğini test etmiştir. Zaman serisi verilerini kullanarak yapılan analizde CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi ve çıktı arasındaki dinamik ilişki ARDL sınır testi yöntemi ile araştırılmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen ampirik sonuçlar, değişkenler arasında sağlam bir uzun dönemli ilişkinin varlığını göstermiştir. Ayrıca, ÇKE'nin ters U şeklinde olduğu görülmüştür. Bu durum araştırılan dönem için Fransa ülke örneğinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, daha fazla enerji kullanımının daha fazla CO<sub>2</sub>'ye yol açtığını ve CO<sub>2</sub> salımları ile çıktının uzun dönemde kuadratik bir ilişkiye sahip olduğunu ayrıca çıktı büyümesinin uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımlarına ve enerji tüketimine neden olduğunu göstermiştir.

Öztürk ve Acaravcı (2010), Türkiye'de ekonomik büyüme, CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi ve istihdam oranı arasındaki uzun dönemli ve nedensellik ilişkilerini, ARDL sınır testi yöntemi ile incelemiştir. 1968-2005 yılları arasındaki dönemi kapsayan çalışmada elde edilen ampirik sonuçlar, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu



göstermektedir. Granger nedenselliğinin test edildiği bölümde elde edilen sonuçlar istihdam oranının kısa dönemde kişi başına düşen reel GSYİH'ye neden olduğunu göstermiştir. Ayrıca, elde edilen sonuçlara göre ÇKE hipotezi, incelenen dönem için Türkiye örneğinde geçerli değildir. Kişi başına düşen reel GSYİH'den kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımlarına nedensel bir kanıt bulunmadığı gibi CO<sub>2</sub> salımlarının ana kaynağı enerji tüketimi olsa da CO<sub>2</sub> ile enerji tüketimi arasında nedensel bir ilişkiye dair kanıt bulunamamıştır.

Nasir ve Rehman (2011), yaptıkları analizde CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi 1972-2008 yılları arasındaki dönem için Pakistan ülke örneğinde incelemişlerdir. Çalışma kapsamında Johansen Eşbütünleşme yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre gelir ile CO<sub>2</sub> salımları arasında ÇKE hipotezini doğrulayan bir uzun dönemli ilişkinin mevcut olduğu yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Kısa dönemde ise ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Ahmad vd. (2017), Hırvatistan'da ÇKE hipotezi çerçevesinde ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki uzun vadeli ve nedensel ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma kapsamında 1992Q1-2011Q1 dönemi için üçer aylık veriler kullanılmıştır. ÇKE hipotezinin geçerliliğini test etmek amacıyla değişkenler arasında eşbütünleşmeyi tespit etmek için ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılmıştır. F-istatistik sonuçları belirsiz olduğundan negatif ve anlamlı hata düzeltme terimi temelinde eşbütünleşme kararına varılmıştır. Uzun vadeli ilişki doğrulandıktan sonra elde edilen bulgulara göre Hırvatistan için uzun dönemde ÇKE'nin geçerliliği doğrulanmıştır. VECM modeli, kısa dönemde CO<sub>2</sub> salımları ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermiştir. Uzun dönemde ise ekonomik büyümeden CO<sub>2</sub> salımlarına doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu görülmüştür. Ayrıca, varyans ayrıştırma ve etki-tepki fonksiyonu ile ulaşılan sonuçlar da benzerlik göstermiştir. Bu araştırmanın sonuçlarından, Hırvatistan'da ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> salımlarının azaltılmasında destekleyici olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür.

Saboori vd. (2012), 1980-2009 yılları arasındaki dönem için Malezya ülke örneğinde ÇKE hipotezinin geçerliliğini analiz etmişlerdir. Çalışma kapsamında ARDL sınır testi yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen ampirik bulgulara göre kişi başına CO<sub>2</sub> salımları ile kişi başına GSYİH arasında uzun dönemli bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Ayrıca gerek kısa dönemde gerekse uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımları ile ekonomik büyüme arasında ÇKE

hipotezini doğrulayan bir ilişki tespit edilmiştir. VECM modeline bağlı Granger nedensellik testi sonuçlarına göre ise kısa dönemde CO<sub>2</sub> ile ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisi bulunmazken uzun dönemde ekonomik büyümeden CO<sub>2</sub> salımlarına doğru tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiştir.

Shahbaz vd. (2016), 1972-2013 yılları arasındaki yıllık zaman serisi verilerini kullanarak N-11 ülkelerinde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemiştir. Enerji, çevre ve ekonomi politikalarında zaman içerisindeki değişiklikler ile düzenleyici ve teknolojik ilerlemelerin değişkenler arasındaki ilişkiyi değiştirdiğini belirten yazarlar, zamanla değişen Granger nedenselliği adlı yeni bir yaklaşım kullanarak ekonomik büyümenin Bangladeş ve Mısır'da CO<sub>2</sub> salımlarına neden olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, elde edilen diğer ampirik bulgulara göre ekonomik büyüme, Filipinler, Türkiye ve Vietnam'da enerji tüketimine neden olurken, Güney Kore'de enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında geri besleme etkisi söz konusudur. Endonezya ve Türkiye'de, ekonomik büyümeden CO<sub>2</sub> salımlarına doğru tek yönlü zamanla değişen Granger nedenselliği tespit edilmiştir. Bu durum, çevresel maliyet minimum düzeyde tutularak ekonomik büyümenin elde edilebileceğini gösteren ÇKE hipotezini doğrulamaktadır.

Onafowora ve Oweye (2014), 1970-2010 yılları arasındaki dönem için ekonomik büyüme, enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu, ticari açıklık ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki uzun dönemli ve dinamik zamansal ilişkileri, ÇKE hipotezi temelinde Brezilya, Çin, Mısır, Japonya, Meksika, Nijerya, Güney Kore ve Güney Afrika ülke verileri üzerinden incelemiştir. ARDL Sınır testi yönteminin uygulandığı çalışmada seçilen tüm ülkeler için değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkileri doğrulanmıştır. Sonuçlar, gelir artışı ve enerji tüketiminin tüm ülkelerde uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımlarını artıran ana faktörler olduğunu göstermiştir. Sonuçlar sadece iki ülke için (Japonya ve Güney Kore) ÇKE hipotezini doğrularken diğer altı ülkede, ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki uzun dönemli ilişki "N" şeklinde bir yol izlemektedir. Varyans ayrıştırma analizinden elde edilen sonuçlar; Brezilya, Japonya, Mısır, Nijerya ve Güney Afrika'da CO<sub>2</sub> salımlarından çıktı büyümesine tek yönlü nedensellik, Çin ve Güney Kore'de çıktı büyümesinden CO<sub>2</sub> salımlarına tek yönlü nedensellik ve Meksika'da ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasında çift yönlü nedensellik göstermiştir. Ayrıca sonuçlar, enerji tüketiminin tüm

ülkelerde hem CO<sub>2</sub> salımlarının hem de ekonomik büyümenin nedeni olduğunu göstermiştir.

Halıcıoğlu (2009), CO<sub>2</sub> salımları, ticari enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret arasındaki ilişkileri 1960-2005 yılları arasındaki döneme ait zaman serisi verilerini kullanarak Türkiye örneğinde incelemiştir. Değişkenler arasındaki karşılıklı ilişki ARDL sınır testi kullanılarak test edilmiştir. Sınır testi sonucunda değişkenler arasında iki tür uzun dönemli ilişkinin olduğu anlaşılmıştır. Uzun dönemli ilişkinin ilk biçiminde CO<sub>2</sub> salımları; enerji tüketimi, gelir ve dış ticaret tarafından belirlenmektedir. İkinci uzun dönemli ilişki durumunda ise gelir; CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi ve dış ticaret tarafından belirlenmektedir. Ampirik sonuçlar, Türkiye'deki CO<sub>2</sub> salımlarını açıklamada en önemli değişkenin gelir olduğunu ve bunu enerji tüketimi ve dış ticaretin izlediğini göstermektedir. Uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımlarının enerji tüketimine göre esnekliği 0,78'dir. Kişi başına ticari enerji tüketimindeki her %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarının %0,78 artırmaktadır. Uzun dönemde gelir de CO<sub>2</sub> salımlarını pozitif yönde etkilerken dış ticaretin CO<sub>2</sub> salımlarına katkısı oldukça düşük düzeylerde dir. Kişi başına reel gelirin karesinin istatistiksel anlamlılığı ilk bakışta ÇKE hipotezine bir miktar destek sağlıyor gibi görünmektedir. Ancak kişi başına CO<sub>2</sub> salımları ile kişi başına reel gelirin grafiksel temsili ÇKE hipotezinin varlığını desteklememektedir. Çalışma, ÇKE hipotezine uygun bir ilişki bulmakla birlikte gelir ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki grafiksel temsil bu hipotezi net olarak desteklememektedir.

Abokyi vd. (2021), 1971-2014 dönemi için Gana'da ÇKE hipotezi çerçevesinde elektrik tüketimi, ticari açıklık, imalat alt sektörü çıktısı ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi, Bayer ve Hanck Eşbütünleşme yaklaşımı ve ARDL sınır testi kullanarak incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin varlığına dair kanıtlar sunmuştur. İncelenen dönemde ÇKE hipotezinin Gana'nın imalat alt sektörü için geçersiz olduğu anlaşılmıştır. Nedensellik testi sonucu, kısa dönemde elektrik tüketiminin ticari açıklığa neden olduğunu ve ticari açıklığın CO<sub>2</sub> salımlarına neden olduğunu göstermiştir. Khan vd. (2019), görünüşte ilgisiz regresyon (SUR), üç aşamalı en küçük kareler regresyonu (3SLS), dinamik model iki adımlı genelleştirilmiş momentler yöntemi ve iki adımlı genelleştirilmiş momentler yöntemini kullanarak 193 ülke için 1990-2017 dönemini kapsayan bir panel veri seti ile finansal gelişme, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Bağımlı değişken olarak CO<sub>2</sub>

salımlarının kullanıldığı modelde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme CO<sub>2</sub> emisyonlarını artırırken, özel kredi sektörü olarak değerlendirildiğinde finansal gelişme CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmaktadır. Finansal gelişme değişkeni banka bazında kullandığında ise CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Ayrıca tüm modeller, küresel panel için ÇKE hipotezini onaylamıştır.

Shahbaz vd. (2013), Güney Afrika örneğinde 1965-2008 dönemi için zaman serisi verilerini kullanarak finansal gelişme, ekonomik büyüme, kömür tüketimi, kentleşme ve ticari açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiyi test etmek için eş bütünleşmeye yönelik ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılırken, kısa dönem dinamikleri hata düzeltme yöntemi (ECM) uygulanarak incelenmiştir. Bulgular, değişkenler arasındaki uzun dönemli bir ilişkiyi doğrulamıştır. Sonuçlar, ekonomik büyümedeki artışın CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını, finansal gelişmenin ise azalttığını göstermiştir. Kömür tüketimi Güney Afrika ekonomisinde önemli bir CO<sub>2</sub> kaynağıdır. Ticari açıklık, CO<sub>2</sub> salımlarını azaltırken kentleşme artırmaktadır. Ayrıca ampirik sonuçlar, Güney Afrika örneğinde ÇKE hipotezinin geçerliliğini göstermiştir.

Bayramoğlu ve Yurtkur (2016), 1960-2010 yılları arasındaki verileri kullanarak Türkiye’de CO<sub>2</sub> salımları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma kapsamında doğrusal Engle-Granger Eşbütünleşme ve Kapetanios, Shin ve Shell (2006) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan eşbütünleşme analizi yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre uzun dönemde Engle-Granger yöntemine göre değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilememişken, KSS eşbütünleşme analizine göre değişkenler arasında uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir.

Pal ve Mitra (2017), 1971-2012 yılları arasında Hindistan ve Çin ülke örneğinde CO<sub>2</sub> salımları, kişi başına düşen GSYİH, enerji kullanımı ve ticaret açıklığı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışma kapsamında ARDL yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen bulgular ekonomik faaliyet, ticari açıklık ve enerji kullanımının CO<sub>2</sub> üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Ayrıca çalışma CO<sub>2</sub> ile kişi başına düşen GSYİH arasında N-şekilli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Bu, hem Hindistan hem de Çin’de CO<sub>2</sub> salımlarının önce kişi başına düşen GSYİH ile birlikte arttığını, ardından kişi başına düşen GSYİH belirli bir seviyeye ulaştığında düştüğünü ancak daha sonra ekonomik büyümeyle birlikte yeniden

artan bir eğilim gösterdiğini ifade etmektedir. N-şekilli özellik, Hindistan'da Çin'e göre daha belirgindir.

Atgür (2021), Çin'de 1971-2014 döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada, yıllık veriler kullanılarak Johansen Eşbütünleşme testi ve Hata Düzeltme Modeli ile Granger nedensellik testi yöntemleri, En Küçük Kareler yöntemiyle birlikte kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, Johansen Eşbütünleşme testi ve En Küçük Kareler yöntemi tahminlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Elde edilen bulgulara göre Çin'de ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> salımları arasında uzun dönemli ve anlamlı bir ilişki söz konusudur. Ekonomik büyüme ve enerji tüketimi CO<sub>2</sub> salımlarını pozitif yönde etkilemektedir.

Şahin ve Ünal (2023), Türkiye'de 1990-2020 dönemi boyunca CO<sub>2</sub> salımı, ekonomik büyüme ve finansal gelişme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bunun için Gregory-Hansen eşbütünleşme testini kullanmıştır. Nedensellik analizleri için Hacker ve Hatemi-J Bootstrap nedensellik testi uygulanmıştır. Sonuçlar, Türkiye'de CO<sub>2</sub> salımının makroekonomik ve finansal gelişme bağlamında istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Kazanasmaz vd. (2023), Türkiye'de elektrik tüketimi, CO<sub>2</sub> salımı ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi 1967-2017 dönemi yıllık verilerini kullanarak analiz etmiştir. Bunun için Johansen Eşbütünleşme Testi, Vektör Hata Düzeltme Modeli ve Granger Nedensellik Analizi ile değişkenler arasındaki eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre Türkiye'de uzun dönemde elektrik tüketimi ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir. Ancak CO<sub>2</sub> salımı ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca Granger nedensellik analizi, elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye ve CO<sub>2</sub> salımına doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin varlığını göstermiştir.

Bouznit vd.(2016), Cezayir'deki CO<sub>2</sub> salımları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi enerji kullanımı, ihracat ve ithalatı dikkate alarak analiz etmiştir. Bu kapsamda, 1970 ile 2010 yılları arasındaki dönemde ÇKE hipotezinin geçerliliği test edilmiştir. Bunun için ARDL modeli uygulanmıştır. Tahmin edilen sonuçlar, kişi başına enerji kullanımı ve elektrik tüketimindeki artışların CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını göstermektedir. İhracat katsayılarının negatif, ithalat katsayılarının ise pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı

olduğu da ortaya konulmuştur. Buna göre ihracat ile ithalat sırasıyla; CO<sub>2</sub> salımlarını negatif ve pozitif yönde etkilemektedir. Ayrıca çalışma, Cezayir için ÇKE hipotezini doğrulamaktadır.

Tekbaş (2022), farklı gelir düzeylerine sahip ülkeler için ÇKE hipotezinin geçerliliğini STIRPAT modeli kapsamında incelemiştir. Çalışmada, CO<sub>2</sub> salımı, reel GSYİH, kentleşme ve enerji yoğunluğu arasındaki ilişki, 1990-2014 yılları arasında 27 yüksek gelirli, 24 üst orta gelirli ve 21 düşük orta gelirli ülke için panel veri yöntemleri ile analiz edilmiştir. Analizlerde FMOLS ve DOLS yöntemleri ile Dumitrescu Hurlin Panel nedensellik yöntemi kullanılmıştır. FMOLS ve DOLS yöntemlerinin sonuçlarına göre yüksek ve üst orta gelirli ülkelerde ÇKE hipotezinin geçerli olduğu, düşük orta gelirli ülkelerde ise geçersiz olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, çevre kirliliği üzerinde kentleşmenin önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir. Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi sonuçlarına göre yüksek gelirli ülkelerde CO<sub>2</sub>'den ekonomik büyümeye doğru tek yönlü, yüksek-orta ve düşük-orta gelirli ülkelerde ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu anlaşılmıştır.

Aslam vd. (2021), Malezya örneğinde CO<sub>2</sub> salımları, GSYİH, küreselleşme, sanayileşme ve ticari açıklık arasındaki ilişkiyi 1971-2016 dönemi için yıllık verileri kullanarak araştırmışlardır. Çalışmanın model uygulamasında ARDL sınır testi ve VECM Granger nedensellik testi ile tahminler yapılmıştır. Tahmin sonuçlarına göre değişkenler arasında uzun dönem ve kısa dönem eş bütünleşme ilişkisinin olduğu doğrulanmıştır. CO<sub>2</sub> salımlarının yüksek ekonomik büyüme ile istikrarlı bir şekilde arttığı sonucuna varılmaktadır. Ayrıca ÇKE hipotezi Malezya örneğinde doğrulanmıştır. Küreselleşme endeksi ve ticari açıklık Malezya'nın CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Sanayileşmenin CO<sub>2</sub> salımları üzerinde negatif bir etkisi vardır. VECM Granger nedensellik testi sonuçlarına göre, GSYİH, GSYİH'nin karesi, küreselleşme, sanayileşme ve ticari açıklıktan CO<sub>2</sub>'ye uzanan uzun dönemde bir nedensellik söz konusudur. Ayrıca küreselleşmeden CO<sub>2</sub> salımına doğru kısa dönemde tek yönlü bir nedensellik, sanayileşme ile ekonomik büyüme ve GSYİH'nin karesinden kısa dönemde tek yönlü bir nedensellik söz konusudur. Dış ticaret, küreselleşme ve sanayileşme arasında ise kısa dönemde çift yönlü bir nedensellik vardır.

Onofrei (2022), 2000-2017 yılları arasında 27 AB üyesi ülkede ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkinin dinamiklerini panel ortamında araştırmaktadır. Çalışma kapsamında Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) ve eşbütünleşme teknikleri gibi

yöntemler kullanılmıştır. Sonuçlar, AB ülkelerinde büyüme ve CO<sub>2</sub> salımları arasında uzun dönemli bir eşbütünleşik ilişkinin varlığını ve ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> salımları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma ayrıca, daha yüksek gelir seviyelerinin çevresel koruma talebini artırdığını ve ekonomik büyüme dönemlerinde emisyonları azaltabilecek çevresel politikaların tasarlanması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Azam vd. (2016), 1971-2013 yılları arasındaki döneme ait yıllık veriler ile kişi başına CO<sub>2</sub> ile temsil edilen çevre bozulmasının etkisi ile birlikte enerji kullanımı, ticaret ve beşeri sermaye gibi diğer bazı açıklayıcı değişkenlerin, Çin, ABD, Hindistan ve Japonya gibi seçilmiş yüksek karbonlu ekonomilerde ekonomik büyüme üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Çalışma kapsamında tamamen değiştirilmiş sıradan en küçük kareler (FMOLS) yöntemi kullanılmıştır. CO<sub>2</sub> ve enerji kullanımı ekonomik büyüme üzerinde negatif etkiler gösterirken, ticaret ve beşeri sermaye ekonomik büyüme üzerinde pozitif etki gösterme eğilimindedirler. Bununla birlikte ülkeler arası bireysel analiz için panel tahmini, Çin, Japonya ve ABD için CO<sub>2</sub> salımlarının ekonomik büyüme ile pozitif yönde bir ilişkiye sahip olduğunu Hindistan örneğinde ise negatif yönde bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Yousefi-Sahzabi vd. (2011), 1994-2007 yılları arasında İran'da CO<sub>2</sub> salımları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ulusal bir panel veri seti kullanarak araştırmıştır. Çalışma, incelenen yıllarda İran'da CO<sub>2</sub> ile ekonomik gelişme arasındaki önemli korelasyonun varlığını destekleyen kanıtlar ortaya koymuştur. Sonuçlar, tarım dışındaki tüm sektörlerde, CO<sub>2</sub> ile ekonomik büyüme arasında çalışma dönemi boyunca güçlü ve pozitif yönde bir ilişki olduğunu doğrulamaktadır. Çoğu sektörde, CO<sub>2</sub> yoğunluğu (birim GSYİH başına karbon) artan eğilimler göstermezken mutlak emisyon ekonomik büyüme ile birlikte hızla artmaktadır.

Zhang ve Zhang (2018), 1982-2016 yılları arasında Çin örneğinde GSYİH, ticaret yapısı, döviz kuru ve DYY'nin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkilerini inceleyerek ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırmışlardır. Çalışmada, ticaret yapısını ölçmek için ticaret içerisinde hizmet ticaretinin oranı ve bağımsız değişkenlerden biri olarak döviz kuru da dikkate alınmıştır. Değişkenlerin eşbütünleşmesini test etmek için ARDL sınır testi kullanılmıştır. Çalışma döneminde ÇKE hipotezinin Çin için geçerli olduğu ve hem hizmet ticaretinin

hem de döviz kurunun CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkileri negatif, DYY girişlerinin etkilerinin ise pozitif olduğu anlaşılmıştır.

Narayan ve Narayan (2010), 43 gelişmekte olan ülke için ÇKE hipotezini test etmiştir. Çalışmada kısa ve uzun dönem gelir esnekliklerine dayalı olarak bir analiz yöntemi geliştirilmiştir. Bu kapsamda, eğer uzun dönem gelir esnekliği kısa dönem gelir esnekliğinden küçükse, bu durum bir ülkenin geliri arttıkça CO<sub>2</sub> salımlarının azaldığının bir göstergesidir. Bireysel ülkelere dayanan analiz, örneklemin yaklaşık %35'ini oluşturan Ürdün, Irak, Kuveyt, Yemen, Katar, BAE, Arjantin, Meksika, Venezuela, Cezayir, Kenya, Nijerya, Kongo, Gana ve Güney Afrika'da uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımlarının düştüğünü yani bu ekonomiler büyüdükçe emisyonların azaldığını çünkü uzun dönem gelir esnekliğinin kısa dönem esnekliğinden küçük olduğunu göstermiştir. Ayrıca, bölgesel konuma göre oluşturulan ülke panelleri için ÇKE hipotezi, panel eşbütünleşme ve panel uzun dönem tahmin teknikleri kullanılarak incelenmiştir. Sadece Orta Doğu ve Güney Asya panelleri için uzun dönem gelir esnekliğinin kısa dönemden daha küçük olduğu, yani gelir artışıyla CO<sub>2</sub> salımlarının azaldığı ortaya konulmuştur.

Çetin ve Saygın (2019), Türkiye için 1960-2014 dönemine ait verilerle ÇKE hipotezini test etmişlerdir. Bu amaçla CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına reel gelir, kişi başına reel gelirin karesi, enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık değişkenleri kullanılarak üç farklı regresyon modeli oluşturulmuştur. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi, ARDL sınır testi ile araştırılmıştır. Daha sonra ARDL modeli çerçevesinde değişkenlerin uzun dönem ve kısa dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Sonuçlar, Türkiye'de uzun dönemde her üç model için de ÇKE hipotezinin geçerliliğini doğrulamıştır. Ayrıca ikinci modele göre uzun dönemde enerji tüketimi CO<sub>2</sub> salımını artırmaktadır. Kısa dönem sonuçlarına göre ise sadece birinci modelde ÇKE hipotezi doğrulanmıştır.

Beyene ve Kotosz (2020), 1990-2013 dönemi için 12 Doğu Afrika ülkesi örneğinde ÇKE hipotezini Havuzlanmış Ortalama Grup (Pooled Mean Group-PMG) yaklaşımını kullanarak test etmiştir. Buna göre, kişi başına düşen GSYİH'nin yanı sıra, kişi başına düşen GSYİH'nin karesi, küreselleşme, DYY, nüfus yoğunluğu ve politik değişkenlerin Doğu Afrika ülkelerindeki CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Çalışmada, uzun dönemde ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkinin çan şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu, kişi başına düşen GSYİH ile CO<sub>2</sub> arasındaki ilişkinin, kişi başına düşen GSYİH'nin dönüm noktasına ulaşana kadar negatif olduğunu ancak



bundan sonra pozitif olduğunu göstermektedir. Ancak kısa dönemde ters U şeklinde bir ilişki ortaya çıkmaktadır.

Mardani vd. (2019), CO<sub>2</sub> salımları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki hakkında kapsamlı bir genel bakış sunmak amacıyla Web of Science veritabanında 1995-2017 yılları arasında 55 akademik uluslararası dergide yayımlanan 175 makaleyi tarayarak ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> arasındaki ilişki ve diğer göstergelerle olan bağlantısı hakkında geniş bir inceleme yapmışlardır. Bu çalışmanın sonuçları, CO<sub>2</sub> ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin, ekonomik büyümeyi sınırlayarak emisyonları azaltmayı gerektiren politika seçeneklerine neden olduğunu göstermiştir. Çift yönlü nedensellik göz önüne alındığında, ekonomik büyümenin artması veya azalması, CO<sub>2</sub> emisyonlarında da benzer şekilde artış veya azalışa neden olmaktadır. Sonuç olarak, emisyonların azaltılması ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkiye neden olabilecektir.

Fodha ve Zaghdoud (2010), 1961-2004 yılları arasında Tunus'ta ekonomik büyüme ile kirletici emisyonlar arasındaki ilişkiyi ÇKE hipotezi çerçevesinde zaman serisi verileri ve eşbütünleşme analizi kullanarak incelemiştir. Ampirik sonuçlar, iki kirleticinin kişi başına düşen emisyonlar ile kişi başına GSYİH arasında benzersiz ve sağlam bir uzun dönemli ilişki olduğunu desteklemektedir. Bu ilişki, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> ile kişi başına düşen GSYİH arasında monoton olarak artan doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. Öte yandan, SO<sub>2</sub> ve kişi başına düşen GSYİH arasındaki ilişki, ÇKE hipotezini temsil eden ters U şeklindedir. Eşbütünleşme analizinin bulgularını tamamlamak için hata düzeltme modeli (ECM) tabanlı iki farklı nedensellik testi yapılmıştır. Nedensellik testi sonuçları Tunus'ta gelir ve kirlilik arasındaki ilişkinin tek yönlü olduğunu yani kısa ve uzun dönemde gelirin çevresel değişikliklere neden olduğunu, tersinin ise geçerli olmadığı sonucunu desteklemektedir.

Alshehry ve Belloumi (2015), Suudi Arabistan'da 1971-2010 yılları arasındaki dönem için enerji tüketimi, enerji fiyatları ve ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki etkileşimi, özellikle de nedensellik ilişkilerini incelemiştir. Araştırmacılar, bu değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkileri anlamak için Johansen çoklu eşbütünleşme analizini kullanmışlardır. Sonuçlar, enerji tüketimi, enerji fiyatı, CO<sub>2</sub> ve ekonomik büyüme arasında en azından uzun dönemli bir denge ilişkisinin olduğunu göstermektedir. Suudi Arabistan için kısa ve uzun dönemde enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek

yönlü bir nedensellik elde edilmiştir. Ayrıca, uzun dönemde enerji tüketimi, enerji fiyatı ve ekonomik büyüme CO<sub>2</sub> salımlarına neden olmaktadır.

Özdemir ve Koç (2020), ÇKE hipotezinin 1960-2017 yılları arasında Türkiye özelinde geçerliliğini test etmiştir. Bu doğrultuda, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımları, reel GSYİH, enerji tüketimi, yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık değişkenlerinden oluşan bir modeli kübik formda tahmin etmiştir. ARDL Sınır Testi kullanılarak uzun vadeli bir denge ilişkisi saptanmıştır. Elde edilen ampirik sonuçlar, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımları ile gelir arasındaki ilişkinin N-şeklinde bir kübik polinom şeklinde olduğunu göstermiştir. Uzun dönem katsayı tahminleri, kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını etkileyen faktörlerin tamamının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre, enerji tüketiminin pozitif, yenilenebilir enerji kullanımının negatif ve ticari dışa açıklığın ise pozitif bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

#### **5.4. Enerji Tüketimi ve CO<sub>2</sub> Salımı İlişkisi**

Ekonomik faaliyetlerin temel girdisi olan enerjinin üretilmesinden dönüştürülmesine, taşınmasından, tüketilmesine kadar her aşamasında CO<sub>2</sub> ortaya çıkmaktadır. Enerji tüketimi, sanayileşme ve modern yaşamın temel bir bileşenidir. Fosil yakıtların (kömür, petrol ve doğalgaz) yanması, enerji üretiminin en yaygın yöntemlerinden birisidir ve bu süreçte büyük miktarda CO<sub>2</sub> atmosfere bırakılır. Enerji tüketimi arttıkça, atmosfere salınan CO<sub>2</sub> miktarı da artar. Karbon oranı yüksek olan fosil yakıtlar daha fazla CO<sub>2</sub> salımına neden olmaktadır (Doğan vd. 2022:192). Hangi enerji türünü kullanırsak kullanalım, enerji tüketimi ihtiyacını karşılamak esastır. Ancak, farklı enerji türleriyle aynı enerji miktarını karşılamak mümkün olmasına rağmen ortaya çıkan karbon salımları miktarında enerji türlerine göre büyük farklılıklar söz konusudur (Hao ve Huang, 2018:2542). Karbon yoğunluğu en yüksek olan fosil yakıt kömürdür. Antrasit neredeyse %100 karbondur. İyi bitümen (siyah) kömürlerde karbon oranı %85'in üzerindedir. Ham petrolde ise bu oran %82 ile %84 arasında değişmektedir. Doğal gaz ise en düşük karbon yoğunluğuna sahip fosil yakıttır. Doğalgazın karbon oranı %75'dir. Bu karbon oranlarına rağmen enerji yoğunluğu en yüksek fosil yakıt petroldür. Ham petrol her zaman üstün enerji kaynaklarıdır (Smil, 2023:235).

Leather (2020), Andreas Malm'ın "Fosil Sermaye" isimli kitabına atıf yaparak 1800'lü yılların başında enerji dönüşümünün yaşandığı Britanya'da sanayi devriminin ilk

makineleri olan pamuk sanayisindeki su ile çalışan eğirme ve dokuma makinelerindeki suyun yerini k  m  rl   buhar sistemlerinin almış olmasının James Watt'ın 1784'te icat ettiği buharlı motorun kaçınılmaz bir sonucu olmadığını belirtmektedir. O d  nem için su   cretsizdi ve pamuk end  strisi de yağmurun bol olduğu İskoçya ve Britanya'nın kuzeybatısında konuşlanmıştı. Su ile çalışan değirmen ve fabrikalar mutlaka bir su kaynağının yanına kurulmak zorundaydı. K  m  r ise taşınabilir bir kaynaktı. Sermayedarlar işçilerini enerjinin kaynağına taşıma tansa k  m  r   işg  c  n  n ayağına taşıyabilirlerdi. Ayrıca, kırsal yerleşim alanlarında disiplinli bir işg  c   bulmakta oldukça zordu. Bu nedenle, değirmen sahipleri su kaynağının yakınına barınma ve yerleşim merkezleri kurmak zorunda kalıyordu. Bu, hem fazladan masraf anlamına geliyordu hem de sanayinin gelişmesi açısından bir ihtilafa neden oluyordu. K  m  r ise kapitalistler için yeni gelişmeye başlamış kentsel alanlarda yaşayan ve hali hazırda çalışma disiplini edinmiş işg  c  ne kolaylıkla erişim imkanı sunmaktaydı. Daha sonra çalışma saatlerini sınırlandıran fabrika yasalarının suyla çalışan fabrikalar   zerinde   nemli etkileri olmuştur.  nk   su rezervleri yeterli d  zeyde olmayan fabrikalarda imalat s  reci uzuyor,   retim kaybının telafisi içinse işçilerin çalışma saatleri uzatılıyordu. Bu fırsat yitirilince buhar kaybettiği   st  nl  ğu tekrar kazanmaya başlamış ve Britanya fosil yakıt ekonomisinin doğum yeri olmuştur(Leather, 2020:16-17). Smil (2023)'e g  re fosil yakıtlara geçiş iki temel iyileştirme sağlamıştır ve bunlar sayesinde modern d  nyanın enerji temelleri ortaya çıkmıştır. İlki fosil yakıtları d  n  şt  rmenin yeni şekillerinin icat edilmesi, geliştirilmesi ve yaygınlaştırılmasıdır. Diğeri ise yeni bir ticari enerji kaynağı olan elektriğin   retimi için fosil yakıtların kullanılmasıdır (Smil, 2023:235-236). B  ylece g  n  m  z ekonomilerinin ihtiyaı olan enerji baskın bir şekilde fosil yakıtlardan sağlanmaya başlanmıştır.

Enerji talebinin bir kısmının g  neş, r  zgar, hidroelektrik ve jeotermal gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanması, enerji verimliliğinin artırılması, temiz enerji teknolojileri ve emisyon azaltma  z  mleri konusunda araştırma ve geliştirmeye yatırım yapmak, enerji t  ketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişki hakkında toplumu bilinçlendirmek gibi politika ve tedbirlerle enerji t  ketimi kaynaklı CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmak m  mk  nd  r. Ancak literat  rde, "Geri Tepme Etkisi" (Rebound Effect) olarak bilinen bir kavrama g  re enerji verimliliğini artırmaya y  nelik yatırımların neden olduğu enerji etkinliği, bazı durumlarda enerji t  ketimini artıracak olmaktadır. 1980'li yıllarda D.

Khazzoom ile L. Brookes isimli ekonomistler enerji verimliliği artışlarının beklenmedik sonuçlarına dikkat çekmişlerdir. Geri tepme etkisi ile ilgili temel görüşlerden birisi olan bu önermeye göre enerji verimliliğindeki iyileşmeler bireysel düzeyde enerji tüketimini azaltabilirken genel ekonomik düzeyde enerji kullanımını artırabilmektedir. Bu önerme, mikro düzeydeki tasarrufların, makro düzeyde daha geniş enerji tüketimine yol açabileceğini öne sürer. Geri tepme etkisi, temelde W.S. Jevons'un 1865 yılında yazdığı "Kömür Sorunu" isimli çalışmasıyla ortaya koyduğu ve "Jevons Paradoksu" olarak bilinen görüşe dayanmaktadır. Jevons, dönemin en önemli kaynağı olan kömürün kullanımındaki etkinliğin artmasının bu kaynağa yönelik talepte azalmaya değil aksine bir artışa neden olacağı ve kömür rezervlerinin tükeneceğini ya da maliyetlerin aşırı yükseleceğini öngörmüştü. Geri tepme etkisi, enerji verimliliğindeki artışlar ile birlikte gerçekleşmesi beklenen tasarruflarla gerçekleşen tasarruflar arasındaki farkı ifade eder. Bu etki üç şekilde ortaya çıkar: doğrudan etki, dolaylı etki ve ekonomik etki. Doğrudan geri tepme etkisi, enerji verimli ürünlerin daha ucuz hale gelmesiyle bu ürünlere olan talebin artmasından kaynaklanır. Dolaylı geri tepme etkisi, enerji tasarrufu sağlayan mal ve hizmetlerden elde edilen tasarrufların diğer enerji gerektiren mal ve hizmetlere harcanmasıyla oluşur. Ekonomik geri tepme ise, doğrudan ve dolaylı etkinin toplamından oluşur. Enerji fiyatlarındaki düşüşler sonucu fiyat ve kalite ayarlamaları yapılarak üretim enerji yoğun sektörlerle kayar. Bunun sonucunda genel olarak ara ve nihai mal fiyatları düşer. Bu ise ekonomide toplam talebi artırır. Bu durumda, enerji verimliliğindeki belli bir artış ekonomideki enerji tüketimini artırmaktadır(Yapraklı, 2013:20-22).

Neoklasik iktisatçılar Jevons paradoksuna iki şekilde itiraz etmişlerdir. Birincisi, Jevons'un diğer enerji kaynaklarını ve enerji kaynakları arasındaki ikame ilişkisini dikkate almadığıdır. İkincisi ise Jevons'un teknolojik gelişmelerin etkisini göz ardı etmesidir. Tüm eleştirilere rağmen Jevons paradoksu ekolojik iktisatçılar tarafından desteklenmiş, gerek geri tepme etkisinin gerekse Jevons paradoksunun geçerli olduğunu ileri sürmüşlerdir(Yapraklı, 2013:120-121). Geri tepme etkisinin geçerli olduğu durumlarda enerji tasarrufunun enerji tüketimini dolayısıyla CO<sub>2</sub> salımını azaltmayacağı veya sınırlı düzeyde azaltacağı ortadadır. Wang vd. (2016) gibi bazı ekonomistler enerji verimliliği ile birlikte emisyon ticareti gibi diğer politika tedbirlerinin uygulanması durumunda Jevons Paradoksunun önlenilebileceğini belirtmektedir.

Rocky Mountain Enstitüsü'nün başkanı ve baş bilim adamı olan Amory B. Lovins tarafından icat edilen bir terim olan “Negawatt” enerji tasarrufu veya enerji tasarruflu ürünlerin kullanımı yoluyla kullanılmayan bir birim watt enerjiyi temsil etmektedir (<https://www.renewableenergyworld.com> E.T. 23/04/2024). Amory Lovins 1989 yılında ABD'nin Kolorado eyaletindeki Kamu Hizmetleri Komisyonu raporunda “megawatt” yerine “negawatt” şeklinde bir yazım hatasını keşfetmiştir. Bunun üzerine, bu hatayı düzeltmek yerine konuyu daha geniş kitlelere ulaştırmak ve toplumda farkındalık yaratmak isteyen Lovins, enerji verimliliği önlemleri ve faaliyetleri sonucunda tasarruf edilen ve kullanımdan kaçınılan enerji miktarını ölçmek için “negawatt” terimini önermiştir(Aşan, 2023). Lovins, 1990 yılında kaleme aldığı “Negawatt Devrimi” isimli makalesinde, enerji tasarrufunun iklim değişikliği ile mücadelede etkili bir yöntem olduğunu belirterek tasarruf edilen elektriğin negawatt piyasalarında satılmasıyla tüketicilerin enerji tasarrufu konusunda teşvik edileceğini ifade etmektedir(Lovins, 1990).

Ayrıca daha önce bahsedilen ayırıklaştırma kavramı enerji tüketimi içinde geçerlidir. Bu durumda zayıf ayırıklaştırma, ekonomik büyümeyle birlikte mutlak enerji tüketiminde artış yaşanırken enerji yoğunluğunda bir azalma (birim GSYİH başına tüketilen enerjinin azalması) olarak tanımlanırken; güçlü ayırıklaştırma büyümeyle beraber enerji tüketiminin toplamında bir azalma olarak ifade edilebilir (Ucal vd. 2017:391). Enerji tüketiminde ayırıklaştırmanın sağlanması durumunda daha az enerji ile daha fazla çıktı üretilebileceğinden CO<sub>2</sub> salımı azalabilecektir.

Özetle, enerji tüketimi bir ülkenin veya bireylerin enerji kaynaklarını kullanma miktarını ifade eder. Bu enerji kaynakları arasında fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz) ve yenilenebilir enerji kaynakları (güneş, rüzgar, hidroelektrik) bulunur. Fosil yakıtların yanması, enerji üretimi sırasında CO<sub>2</sub>'nin ortaya çıkmasına neden olurken, yenilenebilir enerji kaynakları genellikle daha az CO<sub>2</sub> salımına yol açar. Enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımı arasındaki ilişki karmaşıktır. Ekonomik büyüme genellikle enerji talebinin artmasına ve dolayısıyla CO<sub>2</sub> salımının artmasına yol açar. Büyüme, endüstriyel üretimi ve hizmet sektörünü canlandırırken daha fazla enerji ihtiyacı ortaya çıkar. Enerji tasarrufu önlemleri, aynı enerji miktarıyla daha fazla iş yapılmasını sağlar. Bu da enerji tüketimini azaltabilir ve dolayısıyla CO<sub>2</sub> salımını düşürebilir. Ancak geri tepme etkisinin ortaya çıkması durumunda mikro düzeyde yapılan enerji tasarrufu makro düzeyde enerji artışına

neden olabilir. Bu durumda CO<sub>2</sub> salımı düşmeyecektir. Ayrıca, enerji üretiminde kullanılan kaynaklar da CO<sub>2</sub> salımını etkilemektedir. Fosil yakıtların ağırlıklı olarak kullanıldığı bir enerji portföyü yüksek CO<sub>2</sub> salımına neden olurken, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı bir sistem daha düşük CO<sub>2</sub> salımına neden olur. Teknolojik gelişmeler, enerji üretimi ve tüketiminde verimliliği artırabilir. Yenilenebilir enerji teknolojileri, enerji tüketimini ve CO<sub>2</sub>'yi azaltma potansiyeline sahiptir.

### **5.5. Enerji Tüketimi ve CO<sub>2</sub> Salımı Arasındaki İlişkiye Dair Ampirik Literatür**

Literatürde CO<sub>2</sub> salımının belirleyicileri üzerinde yapılan çalışmalarda enerji tüketimini temsil eden değişkenlerin yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Bunun nedeni, enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımları üzerinde doğrudan bir etkisinin olmasıdır. Özellikle fosil yakıt kaynaklı enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> salımının başlıca nedenlerinden birisidir. Soytas ve Sarı (2009:1667), CO<sub>2</sub> salımı, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin birlikte incelenmesi gerektiğini belirtmektedir. Böylece, bu değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiye bağlı olarak küresel ısınmayla mücadelede farklı politika seçeneklerine başvurmak mümkün olacaktır. Acheampong (2018:678), ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi bütüncül bir yaklaşım kullanarak incelemenin önemli politika çıkarımları sağlayarak yanlış tanımlama sorunlarını çözebileceğini ifade etmektedir. Literatürdeki birçok çalışma, ekonomik büyüme ve gelişmenin enerji tüketimi olmadan gerçekleştirilemeyeceğini savunmaktadır (İnglesi-Lotz, 2017:18). Bu nedenle, enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi araştıran ampirik çalışmalarda ekonomik büyüme değişkeni de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Literatürde, enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmaların önemli bir kısmının ÇKE hipotezi çerçevesinde gerçekleştirildiği ve başta ekonomik büyüme olmak üzere farklı değişkenlerin bir arada kullanıldığı görülmektedir. Yapılan çalışmalar zamanla, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimini temsil eden değişkenlerin kullanımıyla yeni boyut kazanmıştır. Ayrıca, nükleer enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalarda ilgi görmektedir.

Waheed vd. (2019), 2019 yılına kadar olan dönemi kapsayan hem tek ülke çalışmaları hem de çoklu ülke çalışmaları dahil olmak üzere ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonuyla ilgili literatürün bir taramasını yaparak ulaşılan sonuçları incelemiştir. Enerji tüketimi ve karbon emisyonu bağlantısı için elde edilen ampirik

kanıtlar, gelişmekte olan ülkeler ve gelişmiş ülkeler için enerji tüketiminin karbon salımının ana kaynağı olduğunu belirtmiş, daha az kanıt ise tam tersini rapor etmiştir. Yazarlar, toplam enerji karışımında yenilenemeyen enerjiye daha yüksek bağımlılık, ulaşım sektöründe petrol kullanımı, sanayileşme, kentleşme ve tarım için yüksek enerji tüketimi gibi nedenlerin enerji tüketiminden karbon salımına doğru tek yönlü nedenselliğin nedenleri olduğunu ifade etmektedir.

Soytas vd. (2007), 1960-2004 yılları arasındaki dönem için ABD’de enerji tüketimi ve gelirin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma, gelir, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki nedensellik ilişkisini, iş gücü ve sabit sermaye yatırımlarını da içerecek şekilde değerlendirmeye odaklanmıştır. Araştırma yöntemi olarak genelleştirilmiş etki tepki analizi, varyans ayrıştırması ve Toda-Yamamoto testi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara göre uzun dönemde ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasında bir nedensellik bulunmamaktadır. Ancak CO<sub>2</sub> salımları ile enerji tüketimi arasında önemli bir nedensel ilişki söz konusudur. Bulgular, enerji tüketiminden CO<sub>2</sub> salımlarına doğru tek yönlü bir ilişkinin varlığını doğrulamıştır. Sonuçlar, ABD’deki CO<sub>2</sub> salımlarının ana nedeninin enerji tüketimi olduğunu göstermiştir. ABD’de ÇKE hipotezinin var olmadığına dair kanıtlar sunan çalışmaya göre ABD’nin CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmak için gelir seviyelerinde bir azalmayı kabul etmesine gerek yoktur. Enerji tüketimini azaltmak CO<sub>2</sub> salımlarını düşürecektir.

Begum vd. (2015), 1970-1980 döneminde Malezya’da GSYİH, enerji tüketimi ve nüfusun CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki dinamik etkilerini araştırmıştır. Sonuçlar enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> salımları ve nüfus artışı arasında uzun dönemli bir eşbütünleşik ilişki olduğunu göstermiştir. Ayrıca Malezya’da ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı hem ARDL sınır testi ile hem de Dinamik En Küçük Kareler ve Sasabuchi-Lind-Mehlum U (SLM U) testleri tarafından desteklenmiştir. Kişi başına enerji tüketimi ve kişi başına GSYİH kişi başına CO<sub>2</sub> salımı üzerinde pozitif yönde etki göstermektedir.

Javid ve Sharif (2016), 1971-2013 yılları arasındaki dönem için Pakistan’da enerji tüketimi, finansal gelişme, kişi başına reel gelir ve dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımı üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Uygulanan sınır testi sonuçları bu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğuna dair kanıtlar sunmuştur. Pakistan’da CO<sub>2</sub> salımına en fazla katkı yapan faktörlerin gelir, enerji tüketimi ve finansal gelişme olduğu tespit edilmiştir. Hata düzeltmeye dayalı Granger nedensellik testi sonuçlarına göre uzun dönemde kişi

başına enerji tüketiminden CO<sub>2</sub> salımlarına doğru nedensel bir ilişki, kısa dönemde ise kişi başına CO<sub>2</sub> salımları ile kişi başına enerji tüketimi arasında iki yönlü nedensellik ilişkisi doğrulanmıştır. Özetle sonuçlar, enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> artışlarının önemli bir itici gücü olduğunu ortaya koymaktadır.

Ahmad vd.(2016), Hindistan’da CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi (toplu ve ayrıştırılmış) ve ekonomik büyüme arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkileri 1971-2014 dönemi için incelemişlerdir. Eşbütünleşme analizleri için ARDL modeli kullanılmıştır. Sonuçlar, değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu ve CO<sub>2</sub> salımı ile ekonomik büyüme arasında toplu enerji ve ayrıştırılmış enerji (petrol, kömür, doğalgaz ve elektrik) modelleri için uzun dönemde ters U şeklinde bir ilişkinin varlığını doğrulamıştır. ÇKE hipotezi, doğalgaz-enerji tüketimi modeli için kısa dönemde de geçerli olmakla birlikte diğer enerji kaynakları için kısa dönemde geçerli değildir. Ayrıca, toplu enerji tüketimi ve ayrıntılı enerji (petrol, doğalgaz, kömür ve elektrik) tüketimi CO<sub>2</sub> salımıyla ilişkilidir. Enerji tüketimi arttıkça CO<sub>2</sub> salımları da artmaktadır. Ancak, doğal gaz diğer enerji kaynaklarına göre daha az CO<sub>2</sub> salımına neden olmakta olup, kömür diğer enerji kaynaklarından daha fazla CO<sub>2</sub> salımına neden olmaktadır. Bu nedenle, CO<sub>2</sub> salımını azaltmak için toplu ve ayrıntılı düzeylerde enerji verimli teknolojilerin kullanılması gerektiği ifade edilmiştir.

Waheed vd. (2018), Pakistan’da yenilenebilir enerji tüketimi, tarımsal üretim ve ormanların CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Bunun için 1990-2014 yılları arasındaki döneme ait yıllık veriler kullanılmıştır. Araştırma kapsamında değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli etkileri incelemek amacıyla ARDL yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca değişkenler arasındaki nedensellik yönlerini belirlemek için VECM Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Uzun dönemde, yenilenebilir enerji tüketimi ve ormanların CO<sub>2</sub> salımları üzerinde negatif ve anlamlı etkileri olduğu görülmüştür. Bu, CO<sub>2</sub> salımlarının yenilenebilir enerji tüketiminin ve ormanların artırılmasıyla azaltılabileceğini göstermektedir. Buna karşılık, tarımsal üretim, uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımı üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Bu da tarımsal üretimin Pakistan’da önemli bir CO<sub>2</sub> kaynağı olduğunu göstermektedir. Ayrıca kısa dönemde, yenilenebilir enerji tüketimi ve ormanlar benzer sonuçlar gösterirken, tarımdan kaynaklanan etkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Buna ek olarak, VECM analizi yenilenebilir enerji, tarım ve ormanın CO<sub>2</sub> salımlarına nedensel etkileri olduğunu ortaya koymaktadır.



Mirza ve Kanwal (2017), Pakistan'ın 1971-2009 dönemi verilerini analiz ederek ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki dinamik nedensellik varlığını araştırmıştır. Bunun için öncelikle bu değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkilerin varlığı Johansen-Julius Eşbütünleşme testi ve ARDL yaklaşımı kullanılarak incelenmiştir. Ayrıca değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi VECM çerçevesine dayalı olarak incelenmiştir. Elde edilen en önemli bulgulardan birisi, enerji tüketimindeki artışın uzun dönemde ekonomide yüksek CO<sub>2</sub> salımlarına yol açacak olmasıdır.

Hao ve Huang (2018), enerji tüketiminin karbon salımları üzerindeki etkisini değerlendirmiştir. Çin'deki 30 eyaletin CO<sub>2</sub> salım yoğunluğu ve enerji tüketim yapısını analiz eden çalışmada, girdi-çıktı esnekliği sonuçlarına göre kömürün çevre üzerinde en olumsuz etkiye sahip enerji kaynağı olduğu açıkça görülmüştür. Petrol ikinci sırada yer alırken, doğal gazın incelenen enerji türleri içerisinde karbon salımları en düşük enerji türü olduğu anlaşılmıştır. Ancak, kömürün üç fosil enerji tüketimi içinde en büyük paya sahip olması, karbon salımlarının artmasına yol açmakta ve bu durum karbon salımlarını azaltmayı zorlaştırmaktadır. Kömür, petrol ve doğal gaz arasında kömür yerine doğal gaz kullanmak karbon salımlarını azaltmanın tek yoludur. Ancak teknolojik gelişmelerin kullanılmasıyla diğer çözümlerin de mümkün hale geleceği ifade edilmektedir.

Chen vd. (2016), enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> salımları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Çalışma kapsamında 188 ülkenin 1993-2010 yılları arasındaki döneme ait verileri analiz edilmiştir. Araştırma yöntemi olarak Panel eşbütünleşme ve vektör hata düzeltme modeli (VECM) uygulanmıştır. Çalışma sonucu elde edilen sonuçlara göre ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasında uzun dönemli ilişkilerin varlığı gösterilmiştir. Nedensellik testi sonuçlarına göre gelişmekte olan ülkeler ve gelişmiş ülkeler için enerji tüketiminden CO<sub>2</sub> salımlarına doğru tek yönlü bir nedensellik gözlemlenmiştir.

Zhang ve Cheng (2009), Çin'de ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki nedenselliğin varlığını ve yönünü araştırmıştır. Bunun için ekonomik büyüme, enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> salımları, sermaye ve kentsel nüfustan oluşan çok değişkenli bir model tahmin edilmiştir. 1960-2007 yılları arasındaki dönem için elde edilen ampirik sonuçlar, uzun dönemde GSYİH'den enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik ve enerji tüketiminden karbon salımlarına doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Uzun dönemde enerji tüketimi karbon salımlarına neden olduğundan,

enerji tüketimini özellikle fosil yakıt tüketimini azaltmak, karbon salımlarını azaltmanın etkin bir yolu olarak görünmektedir.

Wasti ve Zaidi (2009), Kuveyt örneğinde CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi, GSYİH, ticari serbestleşme ve enflasyon arasındaki ilişkiyi incelemek için 1971-2017 yılları arasındaki dönemi kapsayan verileri kullanmıştır. ARDL modeli çerçevesinde yapılan farklı model tahmini sonuçları, değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkiyi desteklemiştir. Elde edilen sonuçlara göre CO<sub>2</sub> ve enerji tüketimi ekonomik büyümeyi hızlandırmaktadır. Ticari serbestleşmenin ise GSYİH üzerinde negatif bir etkisi söz konusudur. Ayrıca Granger nedensellik testi sonuçları, CO<sub>2</sub> salımları ile enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede, CO<sub>2</sub> salımlarının ve enerji tüketiminin Kuveyt'in ekonomik büyümesi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ayrıca CO<sub>2</sub> salımlarının ve GSYİH'nin enerji tüketiminin öne çıkan bir nedeni olduğunu söylemek mümkündür.

Shahzad vd. (2017), Pakistan'daki CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi, ticari açıklık ve finansal gelişme arasındaki eşbütünleşme ilişkisini ARDL sınır testi kullanarak incelemiştir. Bunun için 1971-2011 dönemi için yıllık zaman serisi verileri kullanılmıştır. Sonuçlar, CO<sub>2</sub> salımları ve enerji tüketimi arasında ters U şeklinde bir ilişkiyi ortaya koymaktadır. Ayrıca, değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığı doğrulanmıştır. Hem ticari açıklıktaki artış hem de finansal gelişme CO<sub>2</sub> salımını artırmaktadır. Granger nedensellik analizi sonuçları; enerji tüketimi, ticari açıklık ve finansal gelişmeden CO<sub>2</sub> salımına doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu, enerji tüketimi ile finansal gelişme arasında ise çift yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir.

Kasman ve Duman (2015), 1992-2010 döneminde yeni AB üyesi ve aday ülkeler için enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> salımları, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve kentleşme arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bu ilişkiyi araştırmak için panel eş bütünleşme yöntemleri ve panel nedensellik testleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, ÇKE hipotezini destekleyen kanıtlar sunmaktadır. Buna göre, FMOLS tahminlerine dayanan sonuçlar örneklemdeki ülkeler için CO<sub>2</sub> ve gelir arasında ters U şeklinde bir ilişki göstermiştir. Sonuçlar beş değişken arasında uzun dönemli eşbütünleşik bir ilişki olduğunu göstermektedir. Test sonuçları ayrıca, enerji tüketimi, ticari açıklık ve kentleşmeden CO<sub>2</sub> salımlarına, GSYİH'den enerji tüketimine, GSYİH, enerji tüketimi ve kentleşmeden ticari açıklığa,

kentleşmeden GSYİH'ye ve kentleşmeden ticari açıklığa kısa dönemde tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir. Sonuçlar ayrıca, CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi, GSYİH ve ticari açıklık arasında uzun dönemde çift yönlü nedensellik ilişkileri olduğunu göstermektedir.

Kohler (2013), Güney Afrika'da CO<sub>2</sub> salımları, kişi başına enerji tüketimi, gelir ve ticari açıklık arasındaki ilişkiyi 1960-2009 tarihleri arasındaki dönem için ARDL sınır testi ile araştırmıştır. Sonuçlar, Güney Afrika örneğinde CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi ve dış ticaret arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını desteklemektedir. Güney Afrika'nın CO<sub>2</sub> salımları kişi başına daha fazla enerji kullanımı olması durumunda artmakta ancak dış ticaretin GSYİH'deki payı yükseldikçe azalmaktadır. Nedensellik testi sonuçları uzun dönemde enerji tüketimi, gelir ve dış ticaretin CO<sub>2</sub> salımlarına neden olduğunu göstermektedir. Nedenselliğin yönü hata düzeltme terimi aracılığıyla etkileşimli olarak çalışmaktadır. Ayrıca, CO<sub>2</sub> salımları ile kişi başına düşen enerji tüketimi arasında kısa dönemde çift yönlü nedensellik söz konusudur.

Jayanthakumaran vd. (2012), CO<sub>2</sub> salımları, ekonomik büyüme, ticaret ve enerji tüketimi arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkileri test etmek için ARDL yaklaşımını kullanarak Çin ve Hindistan'ı karşılaştırmışlardır. Çalışma kapsamında, 1971-2007 yılları arasındaki döneme ait yıllık veriler kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ÇKE hipotezi hem Çin hem de Hindistan için doğrulanmıştır. Çin ve Hindistan'da enerji tüketimindeki artış, uzun vadede kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Kişi başına gelir ve enerji tüketimi Hindistan'daki CO<sub>2</sub> salımlarına daha fazla katkıda bulunmaktadır.

Bento ve Mouhinto (2015), 1960-2011 yılları arasındaki dönem için İtalya örneğinde kişi başına CO<sub>2</sub> salımları, kişi başına reel GSYİH, kişi başına yenilenemeyen kaynaklardan sağlanan elektrik üretimi ve kişi başına yenilenebilir kaynaklardan sağlanan elektrik üretimi ile uluslararası ticaret arasındaki dinamik ilişkileri ARDL sınır testi ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgulara göre değişkenler arasında eşbütünleşme ortaya konulmuştur. Ayrıca, İtalya için ÇKE hipotezi doğrulanmıştır. Kişi başına düşen yenilenebilir elektrik üretimi, kısa ve uzun dönemde kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımı seviyesini azaltırken, uluslararası ticaret uzun dönemde kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımlarını pozitif yönde etkilemektedir. Bulgular, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminin CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmada önemli bir rol oynayabileceğini göstermektedir.

Farhani vd. (2014), 1971-2008 dönemi boyunca Tunus için ARDL yöntemini kullanarak CO<sub>2</sub> salımları, üretim (GSYİH), enerji tüketimi ve ticaret arasındaki dinamik ilişkiyi analiz etmişlerdir. Ampirik sonuçlar, değişkenler arasında iki nedensel uzun dönemli ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. İlki, GSYİH, GSYİH'nin karesi, enerji tüketimi ve ticaretin CO<sub>2</sub> salımlarına neden olduğunu göstermektedir. İkincisi, enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> salımları, GSYİH, GSYİH'nin karesi ve ticaretten enerji tüketimine uzanan başka bir uzun dönemli Granger nedenselliği göstermektedir. Kısa dönemde ise GSYİH, GSYİH'nin karesi ve enerji tüketiminden CO<sub>2</sub> salımlarına uzanan tek yönlü nedensellik ilişkisi ortaya konulmuştur.

Wen vd. (2021), 1985-2018 yılları arasında bazı Güney Asya ekonomileri için (Sri Lanka, Nepal, Hindistan, Bangladeş ve Pakistan) küreselleşmenin, yenilenemeyen enerji tüketiminin ve ekonomik büyümenin ÇKE hipotezi çerçevesinde CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Panel eş bütünleşme testleri değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olduğunu göstermiştir. Elde edilen ampirik bulgular küreselleşmenin ve yenilenemeyen enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını göstermektedir. Bulgular ayrıca, Güney Asya bölgesinde ÇKE hipotezini doğrulamaktadır. Ülke bazlı sonuçlara göre ise Pakistan hariç tüm ülkelerde (Nepal, Hindistan, Bangladeş ve Sri Lanka) ÇKE hipotezinin varlığı doğrulanmıştır. Değişkenler arasında enerji tüketimi, küreselleşme ve GSYİH'den CO<sub>2</sub> salımlarına doğru çift yönlü bir nedensellik söz konusudur.

Shahbaz vd. (2013), Endonezya örneğinde 1975Q1-2011Q4 döneminde ekonomik büyüme, enerji tüketimi, finansal gelişme, ticari açıklık ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Çalışma kapsamında ARDL sınır testi ve VECM Granger nedensellik testleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, değişkenlerin eş bütünleşik olduğunu yani değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin var olduğunu doğrulamıştır. Ampirik bulgular, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını artırırken, finansal gelişme ve ticari açıklığın azalttığını göstermektedir. VECM nedensellik analizi, enerji tüketimi ile karbon salımları arasındaki çift yönlü nedenselliği ortaya çıkarmıştır. Ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salımları da birbiriyle ilişkilidir.

Vural (2020), 1980-2014 döneminde sekiz Sahra Altı Afrika ülkesi için üretim, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ticaret ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi ikinci nesil panel eşbütünleşme yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Analiz edilen

değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi Pedroni testi ve Westerlund (2007) hata düzeltme testi ile araştırılmıştır. Ampirik bulgular, uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını azaltırken, yenilenemeyen enerji tüketiminin ve ticaretin CO<sub>2</sub> salımlarını artırmada önemli bir role sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, ÇKE hipotezi seçilen ülkeler ve zaman aralığı için desteklenmektedir.

Boutabba (2014), 1971-2008 döneminde Hindistan için CO<sub>2</sub> salımları, finansal gelişme, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve ticari açıklık arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu ilişkiyi incelemek için öncelikle ARDL sınır testi yaklaşımı kullanılarak değişkenler arasındaki eşbütünleşme araştırılmıştır. Daha sonra, değişkenler arasındaki nedensel ilişkileri ve kararlılık durumunu test etmek için dinamik bir VEC modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre değişkenler arasında uzun dönemli ilişki olduğuna dair kanıtlar bulunmuştur. Bununla birlikte, kişi başına enerji tüketimi ile kişi başına CO<sub>2</sub> salımları arasında uzun dönemde çift yönlü bir nedensellik söz konusudur.

Doğan ve Şeker (2016), yenilenebilir enerji ülke çekicilik endeksinde listelenen en iyi ülkelerde 1985-2011 dönemi için ÇKE hipotezi çerçevesinde reel gelirin, yenilenebilir enerji tüketiminin, yenilenemeyen enerji tüketiminin, ticari açıklığın ve finansal gelişimin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini yatay kesit bağımlılığı ile heterojen panel tahmin teknikleri kullanarak analiz etmişlerdir. Analiz edilen değişkenlerin eşbütünleşik olduğu dolayısıyla aralarında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. FMOLS ve DOLS tahmincileri kullanılarak, yenilenebilir enerji tüketimindeki, ticari açıklıktaki ve finansal gelişmedeki artışların CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığı, yenilenemeyen enerji tüketimindeki artışların ise arttırdığı anlaşılmıştır. Ayrıca, ÇKE hipotezi yenilenebilir enerjide en iyi olan ülkeler için doğrulanmıştır.

Saidi ve Mbarek (2016), 1990-2012 yılları arasındaki döneme ait verileri kullanarak dokuz gelişmiş ülke için (Kanada, Fransa, Japonya, Hollanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İngiltere ve ABD) dinamik panel veri yöntemlerini kullanarak nükleer enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> salımları, yenilenebilir enerji tüketimi ve reel kişi başına GSYİH arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmışlardır. Sonuçlar, yenilenebilir enerji kaynaklarının CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığını ortaya koymuştur. Bunun anlamı, yenilenebilir enerji tüketimini teşvik eden girişimlerin çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından etkin bir politika seçeneği olduğudur.

Saidi ve Omri (2020), 1990-2018 dönemi için 15 OECD ülkesinde yenilenebilir ve nükleer enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki kısa ve uzun vadeli etkilerini, hem Tam Değiştirilmiş En Küçük Kareler (FMOLS) hem de vektör hata düzeltme modeli (VECM) tahmin yöntemlerini kullanarak incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre nükleer enerjiye yapılan yatırım Kanada, Hollanda, Japonya, İsviçre, Çek Cumhuriyeti ve Birleşik Krallık'ta CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmaktadır. Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırım Belçika, Kanada, Fransa, Almanya, İsveç, Birleşik Krallık, ABD, Japonya, İsviçre, Finlandiya ve Çek Cumhuriyeti'nde CO<sub>2</sub> salımlarını azaltırken Hollanda ve Güney Kore'de CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Hem nükleer hem de yenilenebilir enerji tüketimi CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmaktadır. Yazarlar, CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmak için en iyi seçeneğin nükleer ve yenilenebilir enerjiden oluşan bir enerji portföyünün hedeflenmesiyle sağlanacağını ifade etmektedir.

Apergis vd. (2010), 1984-2007 yılları arasındaki dönem için 19 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke örneğinde CO<sub>2</sub> salımları, nükleer enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi bir panel hata düzeltme modeli kullanarak incelemiştir. Elde edilen sonuçlar, CO<sub>2</sub> salımları, nükleer enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu göstermektedir. Uzun dönemli tahminler, nükleer enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu ancak yenilenebilir enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> arasında ise pozitif yönde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Panel Granger nedensellik testlerinden elde edilen sonuçlar, kısa dönemde nükleer enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmada önemli bir rol oynadığını ancak yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarının azaltılmasına katkıda bulunmadığını göstermektedir. Yazarlar bu durumu, yeterli depolama teknolojisinin bulunmaması ve aralıklı enerji arzı sorunlarının üstesinden gelinememesi nedeniyle elektrik üreticilerinin talebi karşılamak için karbon salımına neden olan enerji kaynaklarını tüketmek zorunda kalmalarıyla açıklamaktadırlar.

Al-Mulali (2014), nükleer enerji tüketen 30 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke örneğinde, nükleer enerji tüketiminin GSYİH büyümesi ve CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini incelemiştir. Bunun için 1990-2010 yılları arasındaki döneme ait veri seti kullanılmıştır. Pedroni Eşbütünleşme testi sonuçlarına göre nükleer enerji tüketiminin hem GSYİH ile hem de CO<sub>2</sub> salımları ile eşbütünleşik olduğu anlaşılmıştır. Sonuçlar, nükleer enerji

tüketiminin GSYİH büyümesi üzerinde uzun dönemde pozitif bir etkiye sahip olduğunu ancak CO<sub>2</sub> salımları üzerinde uzun dönemde bir etkisi olmadığını ortaya koymaktadır. Granger nedensellik testi sonuçları ayrıca nükleer enerji tüketiminin GSYİH ile kısa dönemde pozitif yönde ancak CO<sub>2</sub> salımları ile kısa dönemde negatif bir nedensel ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Özetle, fosil yakıtların aksine nükleer enerji tüketimi çevreye daha az zarar vermektedir.

Dong vd. (2018), Çin'in 1993-2016 yılları arasındaki verilerini kullanarak CO<sub>2</sub> salımları, ekonomik büyüme, fosil yakıt tüketimi, nükleer enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkileri ÇKE hipotezi çerçevesinde incelemiştir. Sonuçlar, nükleer enerji tüketimi ve yenilenebilir enerji tüketiminin hem kısa dönemde hem de uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmada önemli roller oynadığını, fosil yakıt enerji kaynaklarının tüketiminin ise CO<sub>2</sub> salımlarını artırmada baskın faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Yazarlar, yenilenebilir enerjinin CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmadaki etkisinin nükleer enerjiye kıyasla büyük olmasından ötürü yenilenebilir enerji politikalarının Çin'de CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmada önemli katkılar sağlayacağını ifade etmişlerdir.

Belaid ve Youssef (2017), Cezayir ekonomisi örneğinde 1980-2012 dönemi için ARDL eşbütünleşme yaklaşımını kullanarak CO<sub>2</sub> salımları, yenilenebilir elektrik tüketimi ve yenilenemeyen elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Elde edilen ampirik bulgulara göre uzun dönemde ekonomik büyüme ve yenilenemeyen elektrik tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Sonuçlar ayrıca yenilenebilir elektrik tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını azaltarak çevrenin iyileştirilmesine katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Abbasi vd. (2023), ayrıştırmış enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki bağlantıyı incelemişlerdir. Bu amaçla, 1996-2014 yılları arasında 107 ülkeyi kapsayan bir örneklem için Machado ve Silva (2019) tarafından önerilen gelişmiş bir ekonometrik teknik kullanılmıştır. Dayanıklılık analizi için Driscoll Kraay standart hatalar modeli ile sabit ve rastgele etki yöntemleri kullanılmıştır. Bulgular, nükleer ve yenilenebilir enerjinin karbon salımını azaltırken, yenilenemeyen enerjinin azalttığını gösteren ters "N" şeklinde bir ÇKE ortaya koymuştur. Nükleer ve yenilenebilir enerjinin etkisi, daha düşük kantil dilimlerinde daha güçlü, daha yüksek olanlarda ise daha zayıftır. Bulgular, çevresel zorluklarla mücadele etmek için nükleer ve yenilenebilir enerjiyi teşvik etmenin önemine dikkat çekmektedir.

## 5.6. Dışa Açıklık ve CO<sub>2</sub> Salımı İlişkisi

Ekonomik anlamda dışa açıklık (Grabner vd. 2020:89-90), bir ekonomi içerisinde yabancı aktörlerin ne ölçüde ekonomik faaliyetlerde bulunduğunu ifade etmek için kullanılan bir kavramdır. Ekonomik küreselleşme ve dışa açıklık kavramları genellikle birbirinin yerine kullanılsa da literatürde dışa açıklık, ticaret ve finans alanlarında artan uluslararası entegrasyonu tanımlamak için kullanılan en yaygın terimdir. Genel olarak, yerli olmayan aktörlerin yerli ekonomiye ne derece katılabileceği veya katıldığının derecesi olarak anlaşılan ekonomik dışa açıklık ölçümleri ya bir ülkenin dünya ekonomisine gerçek entegrasyon derecesini yansıtan sonuç odaklı göstergelerden oluşur ya da bir ülkenin dışa açıklık derecesini belirleyen, diğer bir deyişle uluslararası entegrasyona katılmaya gönüllülüğünü belirleyen yasal çerçevesinin (tarife veya kotaların durumunun değerlendirilmesi gibi) değerlendirilmesiyle belirlenir. Dışa açıklık; toplam ithalat/toplam ihracatın veya her ikisinin toplamının GSYİH'ya oranı şeklinde ölçülebildiği gibi bir ekonomiye giren DYY'lerin girişi/çıkışı cinsinden ya da yabancı finansal varlıkların yükümlülükler oranı şeklinde ölçülebilmektedir. Bunlardan ilki “ticari dışa açıklık” olarak bilinirken diğerleri “finansal dışa açıklık” kapsamında değerlendirilir. Bu ölçümler, dışa açıklığın sonuç odaklı göstergelerindendir. Ticaretin GSYİH'ye oranı olarak bilinen “ticari dışa açıklık” kolay erişilebilir olmasından ve bir ülkenin milli gelirinde dış ticaretin payı üzerinden küresel ekonomiye entegrasyonunun uygun bir göstergesi olmasından ötürü yaygın şekilde kullanılan bir dışa açıklık ölçüsüdür. Ayrıca, dışa açıklığın ihracat/GSYİH veya ithalat/GSYİH gibi birkaç farklı kullanım şekli vardır ki bunlar, bir ekonominin daha çok dışa dönük (ihracat) veya daha çok içe dönük (ithalat) olarak belirlemek isteyenler için alternatifler sunmaktadır.

Dışa açıklık ile CO<sub>2</sub> salımı arasındaki ilişki karmaşık ve çok yönlüdür. Bu ilişkinin bir yönü uluslararası ticaretin (dış ticaret) CO<sub>2</sub> salımı üzerine etkisi yoluyla diğer yönü ise finansal dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımı üzerine etkisi yoluyla incelenebilir. Uluslararası ticaret ve çevre ile ilgili konular 1970'lerden bu yana geniş çapta tartışılmaya başlanmıştır. 1990'lı yıllarda Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması (NAFTA), Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED), Genel Tarifeler ve Ticaret Anlaşması'nın (GATT) Uruguay Turu ve Dünya Ticaret Örgütü (WTO) gibi çeşitli organizasyonlar tarafından uluslararası ticaretin serbestleştirilmesinin genişletilmesine yönelik adımlar bu tartışmaları yoğunlaştırmıştır (Gill vd. 2018:167). Ticaretin serbestleşmesinin kirletici



sanayilerin gelişmekte olan ülkelere kaydırılmasına neden olduğu endişesi, Dünya Ticaret rgt (WTO)'ne karşı yapılan yaygın protestoların nedenlerinden birisi olmuştur (Ederington vd. 2004:1).

WTO'ye göre ticaret, sera gazı salımlarını çeşitli yollarla etkilediğinden ticaretin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki genel etkisini ölçmek güçtür. Geçtiğimiz on yıllarda, dış ticarete konu mal ve hizmetlerin üretimi ve taşınmasıyla oluşan sera gazı salımları artmıştır ve ticaret küresel sera gazı salımlarının ortalama olarak % 20-30'unu temsil etmektedir. Bir ekonominin uluslararası ticaretinde yer alan sera gazı salımlarının miktarı, ekonominin büyüklüğü, dış ticaretin sektörel dağılımı, küresel değer zincirlerine katılım düzeyi, ithalat ve ihracat için kullanılan taşıma biçimleri ve kısmen evre ve enerji politikalarına bağlı olan üretim sisteminin enerji verimliliği gibi birçok faktöre bağlıdır (WTO, 2021:3-8). Sobrinho (2005:147-148)'ya göre, bazı ekonomistler serbest ticaretin ekonomik büyüme getirdiğine ve ekonomik büyümenin de artan gelirler yoluyla çevreyi hasardan korumaya yardımcı olduğuna inanmaktadır. Tersine, bazıları serbest ticaretin tüketim ve üretimi artırarak çevresel hasarı artırdığını ve böylece doğal kaynaklar üzerinde artan baskı uyguladığını düşünmektedir. OECD'ye göre ticari genişlemeden kaynaklanan ekonomik büyüme kirliliği artırarak ve doğal kaynakları azaltarak evre üzerinde doğrudan olumsuz etkilere neden olabilir. Ayrıca ticaret serbestleşmesi, evre politikası sıklılığının ülkeler arasında farklılık göstermesi durumunda bazı ülkelerde kirlilik yoğun faaliyetlerde uzmanlaşmaya yol açabilir. Tüm bunlara ek olarak OECD artan ticaretin ekonomik büyümeyi, kalkınmayı ve sosyal refahı destekleyerek, çevreyi daha etkin bir şekilde yönetmek için daha büyük bir kapasiteye katkıda bulunabileceğini, daha da önemlisi; açık pazarların, girdilerin kullanımını azaltarak yerel üretim süreçlerini daha verimli hale getiren yeni teknolojilere erişimi artırabileceğini belirtmektedir. Benzer şekilde ticaret ve yatırım serbestleştirmesi, firmalara daha sıkı evre standartlarını benimsemeleri için teşvikler sağlayabilir. Bir ülkenin dünya ekonomisine daha fazla entegrasyonu ile ihracat sektörü, önde gelen ithalatçılar tarafından dayatılan çevresel gereksinimlere daha fazla maruz kalabilir. Bu talepleri karşılamak için yapılan değişiklikler, tedarik zinciri boyunca daha temiz üretim süreçlerinin ve teknolojilerinin kullanımını teşvik eder(<https://www.oecd.org> E.T. 27/04/2024).

Grossman ve Kruger (1991), ticaret engellerindeki azalmanın genellikle ekonomik faaliyetin ölçeğini genişleterek, ekonomik faaliyetin bileşimini değiştirerek ve üretim

tekniklerinde bir değişikliğe yol açarak çevreyi etkileyeceğini belirtmektedir. Seymen (2005:102-104), dış ticaretin evre üzerindeki etkisinin ürün ve teknoloji etkisi, ölçek etkisi ve etkinlik artışı, son olarak yapısal etki yoluyla göstereceğini belirtmiştir. rn ve teknoloji etkisine göre ticareti yapılan ürünlerin evre dostu olması durumunda evre korunabilecektir. Söz konusu ürünler yurtiçinde retilmiyorsa dışarıdan satın alınması yoluyla veya temiz üretim teknolojilerinin ithali yoluyla evre korunabilecektir. Diğer yandan, serbest ticaret evre dostu ürünlerin ya da geleneksel evre dostu üretim yöntemlerinin rekabete yenilerek yok olmalarına neden olabilir. Ayrıca çok uluslu şirketlerin kirlilik yoğun eskimiş teknolojilerinin maliyetleri düşürmek için çevresel kısıtlamaların düşük olduğu ülkelere kaydırmaları ya da tehlikeli atıkların ticaretinin yapılması gibi durumlarda da evre üzerinde olumsuz etkiler söz konusu olacaktır.

Ölçek etkisine göre dış ticaret ekonomik faaliyetlerin artmasını sağlayarak daha fazla hammadde ve kaynak kullanılmasına neden olabilir. Bu durum evre üzerinde baskı oluşturacaktır. Aksine, ekonomik faaliyetlerin artması refah artışıyla birlikte ekonomide etkinlik artışına neden olarak daha az doğal kaynakla daha az atığa yol açacak şekilde üretim yapılmasını sağlayabilir. Burada işbölümü ve uzmanlaşma yoluyla kaynakların daha etkin kullanımı sağlanabileceği gibi ticaret yoluyla firmaların karşılaşacağı rekabetin de etkinliğin sağlanmasına katkı sunabileceğini belirtmek gerekir. Ancak dış ticaret nedeniyle yerli firmaların uluslararası monopollerden olumsuz etkilenme riski de söz konusudur. Bununla birlikte, dış ticaret ve dış yatırımlar yoluyla temiz teknolojilerin transferi de mümkündür. Yeni teknolojiler yoluyla ekonomide etkinlik sağlanarak refah artışının n açılabilir. Refah artışı kalkınmayı sağlayacak, kalkınan bir ülkede evre baskısı azalacaktır. Serbest ticaretin taşımacılık sektörünün hacmini artırması da çevresel etkilere neden olacaktır. Bu etki, hangi ulaşım sistemlerinin kullanıldığına bağlı olarak değişecektir. Ayrıca ulaşım, bir ülkede üretilmeyen evre dostu ürünlerin ticaretini sağlayarak tketicim yoluyla üretilcek çevresel etkinin dengelenmesine katkı sunabilir.

Yapısal etki, dış ticaretin bir ülkenin yapısal olarak değişimine katkı sunması yoluyla ortaya çıkmaktadır. Bu yapısal değişim sonucu daha temiz sektörlerin ekonomi içerisindeki payı artarak kirlilik yoğun sektörler klrse evre üzerinde olumlu bir etkiden söz etmek mümkündür. Ayrıca yapısal değişim tketicim tercihleri yoluyla tketicim kalıplarını da etkileyebilir. Artan refah daha çok tüketime neden olabileceği gibi artan

gelirle birlikte çevresel duyarlılığın artması daha temiz ürünlerin tüketilmesi yoluyla çevre için olumlu sonuçlar doğurabilir.

Uluslararası ticaret ile CO<sub>2</sub> arasındaki ilişkiyi anlayabilmek için çeşitli faktörler ve dinamikler dikkate alınmalıdır. Dış ticaretle CO<sub>2</sub> arasındaki ilişkiyi belirleyen faktörler şunlardır:

**-Dış Ticaret Hacmi ve Üretim Yoğunluğu:** Dış ticaret genellikle üretim ve tüketim arasında mal ve hizmetlerin akışını artırır. Üretim için gereken hammadde dış ticarete konu olabileceği gibi üretilen nihai mal ve hizmetlerde dış ticarete konu olabilir. Bu durum, üretim yoğunluğunun artmasıyla sonuçlanır ve daha fazla üretim genellikle daha fazla enerji tüketimi dolayısıyla daha fazla CO<sub>2</sub> salımı anlamına gelir.

**-Ulaşım ve Lojistik Faaliyetleri:** Ticaretin artması, mal ve hizmetlerin daha uzak mesafelere taşınmasını gerektirebilir. Bu da daha fazla ulaşım ve lojistik faaliyetlerine yol açacağından artan yakıt tüketimi CO<sub>2</sub> salımını artırabilir.

**-Dış Ticaretin Yapısı:** Ülkeler arasındaki dış ticaretin desenleri de, CO<sub>2</sub> salımını etkileyebilir. Örneğin, karbon yoğun endüstrilerin daha fazla olduğu ülkeler arasında ticaret daha fazla CO<sub>2</sub> salımına neden olabilir. Ülkeler arasındaki dış ticaret politikaları ve anlaşmalar da CO<sub>2</sub> salımını etkileyebilir. Örneğin, bazı ülkelerin çevresel standartları düşürerek rekabet avantajı elde etmek istemesi durumunda karbon yoğun üretim teknolojileri ile dış ticarete dönük yapılan üretim CO<sub>2</sub> salımını arttırabilir.

**-Teknolojik Gelişmeler:** Dış ticaret, teknolojik yenilikleri teşvik edebilir ve daha verimli üretim süreçlerine yol açabilir. Bu uluslararası ticaret yoluyla gerçekleşen entegrasyon sayesinde gerçekleşebileceği gibi doğrudan hizmet ticaretine konu da olabilir. Teknolojik gelişmelerin çevresel etkileri de önemli bir faktör olduğundan daha temiz üretim teknolojileri daha az CO<sub>2</sub> salımı anlamına gelir.

**-Çevresel Politikalar ve Düzenlemeler:** Çevresel düzenlemeler ve politikalar, dış ticaretin çevresel etkilerini azaltmaya yardımcı olabilir. Karbon vergileri, emisyon ticareti ve yeşil ticaret anlaşmaları gibi önlemler dış ticaretin çevresel etkilerini azaltabilir.

**-Tüketim kalıpları:** Tüketicilerin tercih ettiği ürünler, CO<sub>2</sub> salımını doğrudan etkiler. Daha fazla enerji ve kaynak kullanan ürünlere olan talep daha yüksek CO<sub>2</sub> salımlarına yol açacakken, çevre konusunda bilinç düzeyi yüksek toplumların daha az karbon yoğun ürünleri tercih etmesi durumunda CO<sub>2</sub> salımı düşebilir.

**-Ekonomik Kalkınma Düzeyi:** Bir ülkenin ekonomik kalkınma düzeyi de, CO<sub>2</sub> salımını etkiler. Gelişmekte olan ülkelerde hızlı ekonomik büyüme genellikle artan CO<sub>2</sub> salımları ile birlikte gelir. Gelişmiş ülkelerde ise gelir artışı ile temiz çevreye olan talep ve çevresel bilinç düzeyindeki artış, yaşanan teknolojik gelişmeler ve yapılan çevresel düzenlemeler CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmaya yardımcı olabilir.

Wiesmeth (2012: 241-242), Bhagwati (1993)'nin serbest ticaretin çevre kalitesi üzerindeki etkileriyle ilgili iki yaygın yanıştan bahsettiğini belirtir. Bunlardan ilki, serbest ticaretin verimliliğe ve ekonomik büyümeye odaklanması nedeniyle çevreye zarar vereceği düşüncesidir. Bu düşünceye göre ekonomik büyüme çevresel bozulmaya yol açar. Bu nedenle, serbest ticarete çevre kalitesini olumsuz yönde etkileyecektir. Bhagwati, birkaç nedenden ötürü kişi başına gelirin artmasının mutlak suretle çevreye zarar vereceği düşüncesinin yanlış olduğunu savunmaktadır. Kişi başına gelirin artması, iş yaratma yoluyla doğrudan yoksulluğu azaltmanın yanı sıra, devletin yardım programları için gelir elde etmesini sağlayarak dolaylı olarak da yoksulluğu azaltacaktır. Benzer şekilde, kirlilik kontrolü ve çevresel iyileştirmelere yönelik çalışmalarını finanse etmeye de yardımcı olacaktır. Yine, daha iyi bir çevreye olan talep gelir esnekliğine sahipse, kişi başına gelirin artması büyümenin sağladığı potansiyel kirlilik kontrolü ve çevre kullanımı için ek kaynakları bu amaç için fiili harcamalara dönüştürecektir. Sonuç olarak, ekonomik büyüme ile çevre kalitesi arasında genel ve net bir korelasyon olmak zorunda değildir. Bir taraftan ekonomik büyüme, çevresel mallara olan talebi artırır ve çevreyi korumak için finansal araçlar sağlar; diğer taraftan, ekonomik büyümeye belirli çevresel bozulmalar eşlik eder. Diğer bir yanlış, serbest ticaretin kendi kendine yeterlilikten veya korumacılıktan daha fazla çevresel hasara neden olacağıdır. Bhagwati, kirlilik kontrol teknolojileri ve kirlilik yaratmayan üretim süreçlerini ithal etme ihtimalinin ötesine işaret ederek 1991 GATT Ticaret ve Çevre raporu tarım korumacılığının nasıl tarımsal üretimi düşük gelirli ülkelerdeki verimli üreticilerden yüksek gelirli ülkelerdeki verimsiz üreticilere kaydırıldığını göstermektedir. Bu durumun, daha zengin ülkelerde daha fazla kimyasal gübre ve pestisit kullanımı nedeniyle daha fazla çevresel hasara yol açması muhtemeldir. Zengin ülkelerdeki otomobil korumacılığı başka bir örnektir. Japonya'nın otomobil ihracatı, 1980'lerde ABD ve Avrupa Topluluğu'nun uyguladığı gönüllü ihracat kısıtlamaları nedeniyle sınırlandırılmıştır. Araştırmalar, bu kısıtlamaların Japonya'nın ABD'ye yaptığı otomobil ihracatının

kompozisyonunu küçük arabalardan büyük arabalara kaydırıldığını göstermiştir. Büyük arabalar ise daha küçük arabalara kıyasla yakıt açısından verimsizdi. Otomobillerde serbest ticaret muhtemelen daha iyi bir çevre politikası olabilirdi.

Finansal dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımı üzerine etkisi çeşitli kanallarla gerçekleşir. Finansal dışa açıklık bir ülkenin finansal gelişimine katkı sunabilir. İyi işleyen bir finansal sektör daha düşük maliyetle daha fazla finansman sağlayabileceğinden bu sayede çevre koruma ve enerji tasarrufu projelerine ve temiz üretim yöntemleri ile yenilenebilir enerjiye yatırım yapmak isteyen işletmelere daha fazla sermaye bulma fırsatı doğacaktır. Böylece, finansal gelişme çevre dostu endüstrilerin hızlı bir şekilde gelişmesini teşvik ederek geleneksel endüstrilerin yeşil dönüşümünü sağlayabilir. Ayrıca, kirlilik yoğun üretim yapan sermaye stokunun daha temiz üretim yapan sermaye stoku ile değiştirilmesini sağlayacak finansal seçenekleri artırarak daha ucuz finansman sağlayabilir. Finansın gelişimi, şirketlerin enerji tasarrufu teknolojilerini benimsemeye teşvik ederek nihayetinde çevresel kirliliği azaltma hedefine ulaşılmasını sağlayabilir. Buna karşın, gelişmiş finansal piyasaların daha fazla yatırım çekerek endüstrileşme sürecini hızlandırması dolayısıyla enerji talebini artırarak CO<sub>2</sub> salımlarının daha yüksek seviyelere ulaşmasına neden olabileceğini de söylemek gerekir. Gerçekten de, finansal gelişmenin çevresel bozulma üzerindeki etkilerini ÇKE modellerine dahil eden Tamazian vd. (2009)'e göre finansal serbestleşme ve dışa açıklık CO<sub>2</sub> azaltımı için temel faktörlerdir. Buna göre finansal dışa açıklık ve serbestleşme, Ar-Ge odaklı DYY'leri çekerek çevresel bozulmayı azaltabilir. Kurumsal yapıyı güçlendirerek firmaları çevreye duyarlı adımlar atmaya teşvik edebilir. Sonuç olarak, finansal gelişmenin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisinin basit ve doğrusal bir ilişki olmadığı söylenebilir. Ayrıca, ampirik çalışmalardan elde edilen sonuçlardaki farklılıklar veri kaynaklarından, örnek aralıklarından, seçilen gösterge değişkenlerinden ve kontrol değişkenlerinden kaynaklanabilir(Wen vd. 2022:3-4).

Hussain vd. (2023:3)'e göre finansal sektörün gelişimi, ekonomik ve teknolojik gelişim seviyesine bağlı olarak CO<sub>2</sub> salımı üzerinde farklı etkilere sahiptir. Gelişmiş ülkeler sağlam çevre koruma mekanizmalarına sahip olduğundan bu tür ülkelerdeki işletmeler genellikle ölçek genişlemesi yerine teknolojik yeniliklere yatırım yapmaya eğilimlidirler. Buna karşılık, gelişmekte olan ülkeler yüksek büyümeyi ve ekonomik kalkınmayı teşvik

eden zayıf çevre koruma düzenlemelerine sahiptir ve uygun kredi imkanları aracılığıyla üretim kapasitesini genişletmektedir.

Finansal dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkileri olabilir. Doğrudan etki, yabancı yatırımların türüne ve sektörlerine bağlıdır. Örneğin, kirlilik yoğun sektörler yapılan yatırımlar CO<sub>2</sub> salımlarını artırabilirken, yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar azaltabilir. Dolaylı etkiler ise daha karmaşıktır ve birçok faktörden etkilenir. Bu kapsamda, finansal dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımına etkisinin çeşitli faktörler tarafından belirlendiğini söylemek mümkündür. Bu faktörler arasında şunlar bulunmaktadır:

**-Ekonomik Büyüme ve Kalkınma:** Finansal dışa açıklık genellikle ekonomik büyümeyi teşvik eder ve yatırım olanaklarını artırır. Ancak, bu artan ekonomik aktivite genellikle daha fazla enerji kullanımı ve dolayısıyla CO<sub>2</sub> salımı anlamına gelmektedir.

**-Enerji Politikaları ve Yasal Düzenlemeler:** Bir ülkenin finansal piyasalara olan açıklığı, o ülkenin enerji politikalarını ve çevresel yönetmeliklerini etkileyebilir. Daha açık finansal sistemler genellikle enerji politikalarını ve çevresel standartları gevşetmeye veya sıkılaştırmaya yönlendirebilir. Bu da, CO<sub>2</sub> salımını olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilir.

**-Yatırım Tercihleri:** Finansal dışa açıklık, bir ülkede hangi tür endüstrilere ve projelere yatırım yapıldığını etkileyebilir. Karbon yoğun endüstrilere ve fosil yakıtların kullanıldığı projelere yapılan yatırımlar, genellikle CO<sub>2</sub> salımını artırır. Aksine, temiz üretim yöntemlerine ve karbon yoğunluğu az olan sektörler yapılan yatırımlar CO<sub>2</sub> salımlarını azaltacaktır.

**-Teknolojik Gelişme ve Yenilik:** Finansal dışa açıklık, teknolojik gelişmeyi ve yeniliği teşvik edebilir. Daha açık finansal sistemler, yeşil teknolojilerin geliştirilmesi ve benimsenmesini destekleyebilir. Bu da, CO<sub>2</sub> salımını azaltabilir.

Ekonomi literatüründe, dışa açıklığın bir ülkenin çevre kalitesine olan etkisinin ne yönde olacağına ilişkin iki önemli hipotez bulunmaktadır. Bunlardan birincisi Kirlilik Cenneti Hipotezi (Pollution Heaven Hypothesis), diğeri ise Kirlilik Hale Hipotezidir (Pollution Halo Hypothesis).

### 5.6.1. Kirlilik Cenneti Hipotezi ve Kirlilik Hale Hipotezi

Kirlilik yoğun endüstrilerin daha az çevresel standartlara sahip ülkelere göç etmesine Kirlilik Cenneti Hipotezi (KCH) adı verilmektedir (Hussain vd. 2022:3). KCH, sermaye hareketliliğinin işgücü verimliliği, ücret farklılıkları gibi faktörlerin dışında çevresel düzenleme farklılıklarından da etkilendiğini iddia etmektedir(Orman vd. 2019:1486). Öyle ki, bu durum literatürde “Dibe Doğru Yarış (Race To Bottom)” adı verilen tezin ileri sürülmesine neden olmuştur. Dibe doğru yarışa göre gelişmiş ekonomilerdeki yüksek çevre standartları, kirlitici faaliyetlerin maliyetini artırır. Bu durum, bazı yoğun kirlilik yaratan endüstrilerin gelişmekte olan ülkelere taşınmasını teşvik eder ve sermaye çıkışlarını artırır. Sonuç olarak, yüksek gelirli ülkeler çevre standartlarını gevşetme baskısıyla karşı karşıya kalır(Dinda, 2004:437). Ancak Porter (1999:134), geç sanayileşen ülkelerin dibe doğru yarışa karşı zengin OECD ülkelerine göre daha fazla duyarlı olduğunu savunmaktadır. Bunun nedeni olarak geç sanayileşen ülkelerdeki siyasi kurumların, zengin ülkelerdeki kurumlara göre sanayi kirliliğine karşı daha sıkı kontroller talep eden halk taleplerine karşı duyarsız olmasını işaret etmektedir. Bu argümana göre dibe doğru yarışın en çok etkilenebilecek ülkelerin gelişmekte olan ülkeler olduğunu söylemek mümkündür. Bu senaryoda, DYY’lerin sermaye kıtlığı çeken gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümesine ve istihdamına faydalı olacağına yönelik düşüncenin, gelişmekte olan ülkelerin cazibesini artırmak için çevre standartlarını düşürdüğü bir yarışın fitilini ateşleyeceği iddia edilmektedir. DYY girişleri adına çevreyi daha da kötüleştiren bu rekabet yarışının nedeni açıktır. Daha sıkı kirlilik kontrol politikaları, potansiyel DYY girişlerinde önemli bir azalmaya neden olabileceğinden gelişmekte olan ülkeler, yabancı yatırım çekmek için daha düşük çevre standartlarını benimseyerek kendi karşılaştırmalı avantajlarını artırabilirler(Sarmidi vd. 2014:416).

KCH’nin, Copeland ve Taylor (1994) tarafından NAFTA ve GATT müzakerelerindeki Uruguay Turu gibi girişimlerin kirliliği artırabileceği endişesiyle sorgulandığı ve serbest ticaretin çevresel sonuçları üzerine çok sayıda tartışmayı beraberinde getirdiği bir dönemde kaleme alınan “Kuzey-Güney Ticareti ve Çevre” isimli makale ile ortaya atıldığı söylenebilir. Bu hipotez, ticaretin serbestleşmesinin kirlilik yoğun üretimin yüksek gelirli ve sıkı çevre düzenlemelerine sahip ülkelere düşük gelirli ve gevşek düzenlemelere sahip ülkelere kaymasına neden olacağını öne sürmektedir. NAFTA tartışmalarında bu hipotez; kirlilik yoğun mallarda uzmanlaşacak olan Meksika’da

çevresel felaket, Meksika'dan gelen ithalatla Amerika gibi diğer daha sıkı çevre standartlarına sahip ülkelerin kirlilik yoğun endüstrilerindeki işler yok olacağından, bu ülkelerde işsizlik öngörüsünü desteklemek için kullanılmıştır(Taylor, 2005:3).

Kirlilik cenneti hipotezinin temellerini atan önceki çalışmalardan; kirlilik politikalarının ticaret desenleri üzerindeki etkisini araştıran çalışmalar kapsamında yapılan analizler, aynı özelliklere sahip fakat farklı çevre standartları olan iki ülkeden daha gevşek standartlara sahip olan ülkenin kirlilik yoğun malları ihraç edeceğini göstermiştir. Ancak bu modellerde kirlilik politikaları dışsal olarak ele alınmıştır. Copeland ve Taylor (1994) ise kirlilik (çevre) politikasını içselleştirerek, ticaret desenlerini teknoloji ve faktör donanımlarının bir fonksiyonu olarak açıklamış ve gelir farklılıklarının ticaretteki rolünü vurgulamıştır(Copeland ve Taylor,1994:758). Copeland ve Taylor (1994)'ın modelinde dünya iki ana bölge olarak Kuzey (yüksek gelirli) ve Güney (düşük gelirli) ülkelerinden oluşmaktadır. Kuzey, Güney'e göre daha fazla beşeri sermaye birikimine sahiptir ve bu durum ticaretteki uzmanlaşmayı belirleyici bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Kirliliğin yalnızca yerel etkilerinin olduğu ve çevresel kalitenin “normal mal” olarak kabul edildiği varsayımıyla, her iki ülkede de kirliliğin neden olduğu zararları dengeleyen sosyal planlamacılar bulunmaktadır. Model, üç temel gerçeğe dayanmaktadır: gelir dağılımında küresel eşitsizlik, sanayiler arasındaki kirlilik yoğunluğu farklılıkları ve çevre kalitesinin normal bir mal olarak görülmesi. Bu unsurlar göz önüne alındığında, ticaretin serbestleşmesiyle birlikte KCH'nin gerçekleştiği görülmektedir. Ticaret, Kuzey'deki kirli üretimin düşük çevre standartlarına sahip Güney'e kaymasına neden olmaktadır. Böylece Kuzey'de kirlilik azalırken, Güney'de artar. Dünya genelinde ise kirlilik seviyesi artar çünkü en kirli sanayiler, çevre standartlarının en düşük olduğu Güney'de yoğunlaşır. Modelin ana çıkarımı, ticaretin Kuzey ve Güney'deki üretim yapısını değiştirdiği ve düşük çevre standartlarına sahip ülkelerde kirlilik yoğun sanayileri çekerek küresel kirliliği artırdığı yönündedir. Bu sonuç, serbest ticaretin gelir eşitsizliği ve düzenleme farklılıkları sebebiyle çevre üzerinde olumsuz etkilere yol açabileceğini göstermektedir(Taylor, 2005:4-5).

Copeland ve Taylor (1994:781), gelir farklılığı olan iki ülke arasındaki ticaretin çevresel kalite üzerindeki etkilerini inceleyen bir model sundukları makalelerinin en önemli bulgularından birisinin, ticaretle elde edilen gelir artışlarının ekonomik büyüme ile elde edilen gelir artışlarına kıyasla kirliliği farklı şekilde etkileyebileceği, ayrıca ekonomik



büyümenin kirlilik üzerindeki etkisinin serbest ticaret rejiminde otarşiye göre farklı etkiler gösterdiğine dair bulgular olduğunu belirtmişlerdir.

Gill vd.(2020:84-85)'e göre KCH, ÇKE'ye yönelik eleştirilerden birisidir. ÇKE, gelir-çevre ilişkisinde doğrusal olmayan ters U biçiminde bir bağlantı öngörmektedir. Gelir artışı, bir ülkenin ekonomik gelişiminin ilk aşamalarında çevreyi kötüleştirirken gelişme aşamalarda ekonomik büyüme daha iyi bir çevre için elverişli koşullar yaratır. Ancak, KCH savunucularına göre ÇKE teorisi, ticaret desenindeki değişikliklerin bir ülkenin çevresi üzerindeki etkisini dikkate almamaktadır. Artan uluslararası ticaretin, gelişmekte olan ülkeleri kirlilik yoğun sanayiler için bir kirlilik cenneti haline getirdiğini iddia etmektedirler. Bu sanayiler, gevşek çevresel düzenlemelerin avantajından yararlanmak için gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere göç etmiştir. Bu göç gelişmiş ülkelerde kirliliğin azalmasına neden olmuştur. Çünkü bu ülkeler artık kirlilik yoğun ürünleri geliştirmekte olan dünyadan ithal etmeye başlamıştır. Gelişmiş ülkelerde ÇKE'nin aşağıya doğru eğilimi ve geliştirmekte olan ülkelere daha dik bir ÇKE, kirlilik yaratan sanayilerin yer değiştirmesini yansıtabilir. Bu nedenle, ÇKE gelişmiş ülkelere net bir kirlilik azaltımını ifade etmemekte, aksine zengin ülkelere gelişmekte olan ülkelere kirliliğin yer değiştirmesini ima etmektedir.

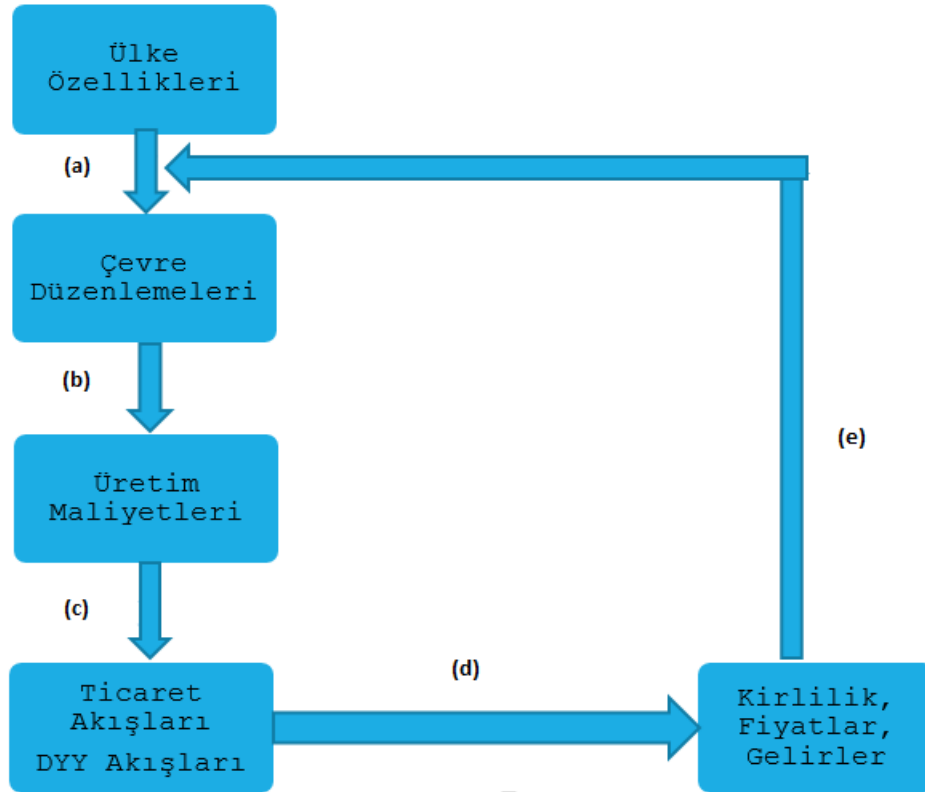
Dinda (2004), KCH ile ÇKE hipotezini ilişkilendirmiştir. Dinda'ya göre (2004:436-438), uluslararası ticaret ÇKE'yi açıklayabilecek en önemli faktörlerden birisidir. Ticaret, ekonominin büyüklüğünü artırarak kirliliği artırır. Bu nedenle, diğer şartlar sabit tutulduğunda ticaret çevresel bozulmanın nedenidir. Bununla birlikte, ticaret hacmi arttıkça (özellikle ihracat arttıkça), çevrenin kötüleşmesi ölçek etkisi yoluyla gerçekleşebilir. Çünkü ekonominin büyüklüğü artacağından kirlilikte artacaktır. Öte yandan ticaret, gelir arttıkça çevresel düzenlemelerin sıkılaştırıldığı ve kirliliği azaltan yeniliklerin teşvik edildiği kompozisyon etkisi ve/veya teknik etki yoluyla çevreyi iyileştirebilir. Kirlilik yoğun ürünlerin üretiminden kaynaklanan kirlilik, uluslararası ticaret yoluyla bir ülkede azalırken diğer ülkede artar. Bu kompozisyon etkisi, iki ilgili hipoteze yani "kirlilik cenneti hipotezi" ve "yer değiştirme hipotezine" atfedilir. Temelde bu iki hipotez arasında bir fark yoktur. Uluslararası ticarete karşılaştırmalı üstünlük açısından aynıdır. Ticaret bir ülkeyi uluslararası topluluklarla ilişkilendirirken az gelişmiş bir ekonomi, DYY yoluyla teknoloji transfer ederek kirliliği azaltabilir. Dibe doğru yarış tezine göre ise gelişmiş ülkelerdeki yüksek çevre standartları maliyetleri

artırarak kirletici endüstrilerin gelişmekte olan ülkelere taşınmasını teşvik eder. Sermaye ıkışları gelişmiş ülkeleri evre standartlarını gevtetmeye zorlayabilir. evre standartlarının düşürülmesi dibe doğru yarış olarak adlandırılır ve bu yarışın hızlanması KE'nin yataylaşmasına ve daha yüksek kirlilik seviyelerine neden olur. Gelişmiş lkeler büyüme ve gelirlerini koruma amacıyla sürekli yeniliğe ihtiyaç duyarlar. Uluslararası ticaret, temiz teknolojilerin yayılmasını destekleyerek gelişmekte olan ülkelerin daha verimli üretim yapmasına ve KE eğrisini açmasına yardımcı olabilir. Dışa açıklığın bir diğer boyutu da uluslararası topluluklar aracılığıyla, eğitim, politika reformları, bilgi toplama ve çevresel eğitim gibi alanlarda finansman sağlayarak KE'nin düşürülmesi ve yataylaştırılmasında önemli bir rol oynayarak kirliliğin azaltılmasına katkıda bulunur. Bu kapsamda, uluslararası ticaret ve evre arasındaki ilişki karmaşık ve çok boyutludur. Ticaret hem kirliliği artırıcı hem de kirliliği azaltıcı çelişkili etkilere sahiptir. KE, bu ilişkiyi anlamak için önemli bir ereve sunmakatadır. Ancak bu süreç birçok faktörden etkilenir ve her ülke için farklılık gösterebilir.

Esasında, Dinda (2004) KCH'yi reddetmiştir. Çünkü gelişmekte olan ülkelere yerleşme eğiliminde olan kirletici sanayiler ev sahibi ülkenin gelir seviyelerini de artıracadıan nihayetinde bu ev sahibi ülkeler de sıkı çevresel düzenlemeler uygulamaya başlayacaktır. Bu nedenle, er ya da geç kirletici sanayilerin yeniden yerleştirilebileceği bir ülke kalmayacak ve tüm ülkeler benzer evre standartlarına sahip olacaktır (Gill vd. 2018:168). Ticaret bir ülkeyi uluslararası toplumla ilişkilendirirken, bir gelişmemiş ekonomi DYY aracılığıyla teknoloji transferi sağlayarak kirliliği azaltabilir. Stern (1998:192), KE'yi belirleyen ticari ilişkiler olması durumunda yoksul ülkelerin gelirleri arttıķa çevresel etkiyi azaltma fırsatlarını gelişmiş ülkelere göre daha zor bulacaklarını belirtmiştir. Bunun nedeni KE'nin önerdiği evre-gelişim yolunun geçerli olması durumunda aynı gelişme desenini izleyeceği öngörülen gelişmekte olan ülkelerin ticaret yoluyla kirliliklerini kaydırabilecekleri ülkeler bulmakta zorlanacak olmalarıdır. Orman vd.(2019:1487)'e göre KCH'nin KE hipotezinden farkı, gelişmekte olan ekonomilerin ekonomik büyümeyi sağlamak için serbestleşme hareketleriyle evre standartlarını düşürmek suretiyle daha fazla kirlilik yoğun endstrelere yer açarak küresel çapta kirlilik düzeyinin değişmeyeceğini önermesidir. Hatta Copeland ve Taylor (1994) alışmalarında daha önce de belirtildiği gibi kirlilik seviyesinin dünya genelinde artabileceğini ifade etmiştir. Geleneksel KE hipotezi ise büyümenin ileriki aşamalarında gelir düzeyi belirli

bir eşik değerine ulaştıktan sonra çevresel kirliliğin azalacağını belirtmektedir. Gelişmekte olan ülkelerin de aynı gelişme-çevre yolunu izlemesi durumunda ve ÇKE deseninin kirliliğin kaydırılması yoluyla sağlanmaması şartıyla toplam küresel kirliliğin azalacağı düşünülebilir.

KCH, kirli sanayilerin gelişmiş ülkelere taşınmasının, mal ticareti ve DYY yoluyla gerçekleştiğini ileri sürmektedir. Bu taşınmanın temelinde, gelişmekte olan ülkelerin daha düşük kirlilik kontrol standartları nedeniyle maliyet avantajına sahip olmaları yatmaktadır. Böylece gelişmekte olan ülkeler kirli malların üretiminde uzmanlaşırken, gelişmiş ülkeler çevre dostu malları üretirken bunları ihraç etmeyi tercih eder. Sonuç olarak, gelişmekte olan ülkeler gelişmiş ülkelerin kirli sanayileri için “kirlilik cenneti” haline gelir. Serbest ticaret eleştirmenleri de, kirlilik yoğun sanayilerin yoksul ve gelişmekte olan ülkelere yoğunlaşmasının bu ülkelerin zayıf çevre standartlarından kaynaklandığını, gelişmiş ülke tüketicilerinin ise gelişmekte olan ülkelere çevresel kaynakların düşük fiyatlandırılması nedeniyle düşük maliyetle üretilen dolayısıyla düşük fiyatlarla sunulan kirlilik yoğun mallardan yararlandığını iddia etmektedir(Gill vd. 2018:167-168).



**Şekil 8:** Kirlilik Cenneti Hipotezinin Şematik Gösterimi

**Kaynak:** Taylor (2005)

Şekil 8’de, KCH’yi destekleyen mantıksal yapının şematik gösterimi yer almaktadır. KCH, çeşitli üretim teknolojilerine erişim, arıtma olanakları ve ülkeye özgü üretken faktörlerin varlığı gibi ülke özelliklerini veri kabul etmektedir. Bu ülke özellikleri ve dünya fiyatları (a) aşamasında çevre düzenlemelerinin sıklığını belirleyen ulusal geliri belirler. Kabul edilen durumda, bu haritalama, ekonomideki özdeş bireyler tarafından istenen verimli çözümü uygulayan bir sosyal planlayıcı tarafından belirlenir. Verimli çözüm, kirlilik vergisi (veya herhangi başka bir verimli araç) yoluyla uygulanır. Bu vergi, ekonomideki mal üretim maliyetlerini etkiler. Bazı üretim teknolojileri diğerlerine göre daha kirletici olduğundan çevre düzenlemesinin etkisi endüstriler arasında farklılık göstererek (b) aşamasında bu çevre düzenlemesi ekonominin nispi fiyat yapısını etkileyecektir. Nispi fiyatlar, bir ülkenin karşılaştırmalı üstünlüğünü tanımlar ve (c) aşamasında ticaret akışlarını belirler. Ticaretin başlaması, üretim desenlerini değiştirdiğinden ticaret aynı zamanda kirliliği, gelirleri ve belki de dünya fiyatlarını (d) aşamasında etkiler. Bu gelir ve fiyat değişiklikleri geri beslenerek ülke özelliklerinden düzenlemeye yapılan orijinal haritalamayı değiştirir. Bu durum, sistemin durağan bir noktası olan ve ticaretin, kirliliğin ve düzenleme sıklığının aynı anda belirlendiği genel bir dengeyi oluşturarak bir dizi uyarlamayı harekete geçirir(Taylor, 2005:8).

Çevresel bozulma(kirlilik) göstergesi olarak CO<sub>2</sub> salımı dikkate alındığında, KCH’nin dışa açıklık ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiye yönelik çıkarımları yukarıda belirtilenlerle benzerdir. Bu durumda, çevresel standartları yüksek olan ülkelerde karbon yoğun malların üretimi daha fazla maliyetli olacağından bu malların üretim süreci çevresel standartları daha düşük olan gelişmekte olan ülkelere DYY yoluyla kaydırılacaktır. Artan uluslararası ticaretle birlikte çevresel kaynakların daha düşük fiyatlandırıldığı gelişmekte olan ülkelere üretilen karbon yoğun mallar gelişmiş ülkelere ihraç edilecektir. Böylece, CO<sub>2</sub> salımlarında bir azalma gerçekleşmeyecek aksine başka bir coğrafyaya taşınacaktır.

DYY’lerin çevre üzerindeki etkisi ÇKE hipotezinde olduğu gibi; ölçek etkisi, teknoloji etkisi ve kompozisyon etkisi olarak ayrıştırılabilir. Ticaretin çevre üzerindeki net etkisi, bu üç faktörün olumlu ve olumsuz etkilerinin toplamının nihai sonucuna bağlıdır. Ölçek etkisi, üretimi artırarak kaynak tüketimini ve çevresel bozulmayı teşvik eder. Teknoloji etkisi, DYY’nin ev sahibi ülkeye çevre dostu teknolojiler ve yönetim becerileri kazandırarak çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmasını ifade eder. Kompozisyon

etkisi ise DYY'nin sağladığı ölçek ekonomileri ve gelir artışı ile birlikte gerçekleşen sektörel değişimin toplumun çevresel kaliteye odaklanmasını teşvik etmesiyle kendisini gösterir. Sonuç olarak, DYY'nin çevre kalitesi üzerindeki nihai etkisi, oldukça karmaşıktır ve bu üç faktörün etkisi altında çok boyutlu hale gelmiştir.

Uluslararası ticaretin serbestleşmesi ve DYY'ler ile karakterize edilen KCH'ye yönelik ciddi itirazlar ve eleştiriler de söz konusudur. Kaldı ki, Copeland ve Taylor (1994:759) analizlerinde dışa açıklığın etkilerini sadece mal ticaretinden kaynaklananlarla sınırlı tuttuklarını belirtmekle birlikte, uluslararası pazarlara açıklığın gelişmekte olan ülkelerin daha etkin kirlilik azaltma teknolojilerine ve uluslararası sermaye piyasalarına erişimlerini sağlayabileceğini de ifade etmektedirler.

KCH'nin varsayımlarına ve sonuçlarına karşı ileri sürülen argümanları Gill vd. (2018:168) şu şekilde sıralamaktadır:

- Firmalar, çevresel düzenlemelerin gevşek olduğu bir ülkeye taşınırken, kirliliğin iş gücü verimliliğini azaltarak maliyetleri artırabileceğini göz önünde bulundurur.
- Üretim operasyonlarının başka bir ülkeye taşınması, firmalar için yüksek batık maliyetler doğurabilir ve bu durum yatırım kararlarını etkiler.
- Gevşek çevresel düzenlemelere sahip ülkelere zayıf yasal sistemler, yatırımcılar için cazip değildir; firmalar genellikle net düzenlemelere ve güçlü yasaların bulunduğu ülkelere yönelir.
- Faktör donanımı teorisi, sermaye yoğun firmaların iş gücünün bol olduğu ülkelere ve iş gücü yoğun firmaların sermaye bol ülkelere yatırım yapacağını öne sürer. Ancak, sermaye yoğun sektörler genellikle kirlilik yoğundur ve sermaye bol ülkeler sıkı çevresel düzenlemelere sahiptir. Sermaye-iş gücü hipotezi, sermaye bol ülkelerin kirlilik yoğun mallarda uzmanlaşarak bunları ihraç edeceğini, iş gücü bol ülkelerin ise daha az kirlilik yoğun mallarda uzmanlaşarak bunları ihraç edeceğini belirtir. Bu durum, KCH ile çelişmektedir.
- Porter Hipotezine göre sıkı çevresel düzenlemeler, temiz ve verimli teknolojilerin kullanımını teşvik ederek maliyetleri düşürür, firmaların verimliliğini ve rekabet gücünü artırır.
- KCH, çevreyi bir maliyet avantajı olarak gören neo-klasik teorilere dayanır; ancak, dinamik faktörler (yenilik, teknoloji, stratejik ortaklıklar) dikkate alınmadığı için eleştirilir. Ayrıca, kirleticilerin kolayca taşınabileceği varsayımı tartışmalıdır.

- Yeşil cennet hipotezi, sermaye ve kirlilik yoğun sektörlerin çevresel etkilerini en aza indirerek sürdürülebilirlik, sosyal sorumluluk ve yeşil itibar dengesini gözettiğini savunur.

Ayrıca çevresel düzenlemeler, firmalara sadece zorluklar değil aynı zamanda yeni fırsatlar da yaratmaktadır. Yeşil üretim ve tüketim süreçlerine adapte olan firmalar, çevre dostu uygulamaları benimseyerek uluslararası piyasalarda “yeşil pazarlar”da ticari avantaj elde edebilirler. Özellikle gelişmiş ülkelerde, çevre dostu ürünlere olan talebin artması ve kamu alımlarında çevresel kriterlerin uygulanması, bu tür ürünleri sunan yabancı firmalar için büyük pazarlama gücü sağlamaktadır(Gül ve Ekinci,2015:9).

Taylor ve Copeland (2003:4), “kirlilik cenneti etkisi” ile “kirlilik cenneti hipotezi” arasında ayırım yapmanın önemli olduğunu belirtmişlerdir. Kirlilik cenneti etkisi, kirlilik düzenlemelerinin sıkılaştırılmasının marjinal olarak tesis yerleşimi kararları ve ticaret akışları üzerinde bir etki yaratmasıdır. Kirlilik cenneti hipotezi ise ticaret engellerinin azaltılmasının, kirlitici yoğun sanayinin sıkı çevre düzenlemelerine sahip ülkelere daha zayıf çevre düzenlemelere sahip ülkelere kaymasına yol açmasıdır. Kirlilik cenneti etkisi için teorik ve ampirik desteğin güçlü olduğunu ancak kirlilik cenneti hipotezi için kanıtların zayıf olduğunu öne süren Taylor ve Copeland (2003)’a göre bunun nedeni ticaret teorisinin kirlilik düzenlemeleri dışında birçok diğer faktörün de ticaret akışlarını etkilediğini önermesidir. Eğer bu diğer faktörler yeterince güçlü ise o zaman bir kirlilik cenneti etkisinin var olması mümkündür ancak bu durumda kirlilik cenneti hipotezi başarısız olabilir. Ampirik desteğin yokluğu Rutqvist (2009:6)’e göre genellikle faktör donanımları hipotezi ile ve firmaların karşılaştırmalı avantajlarını etkileyen diğer faktörlerle kıyaslandığında çevresel düzenlemelere uyum maliyetlerinin çok küçük olmasıyla açıklanmaktadır.

KCH’yi test eden çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir (Yılmaz ve Ersoy, 2009:1448). Kimi çalışmalar araştırma konusu ülkelere KCH’yi geçerli bulurken bazı çalışmalarda geçersiz olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Wang vd.(2023:3)’e göre KCH mevcut literatüre hakim olmasına rağmen öne çıkan iki önemli itirazdan birisi Kirlilik Hale Hipotezi (KHH) diğeri ise Porter Hipotezidir. Porter ve Van Der Linde (1995)’ye göre katı çevre düzenlemeleri firmaları daha fazla teknolojik yenilik yapmaya teşvik ederek daha çevre dostu ve enerji verimliliği yüksek üretim teknolojilerinin çevre kalitesine zarar vermeyi azaltacağını iddia etmektedir. KHH ise

gelişmiş ülkelerden gelen DYY'nin daha ileri, çevre dostu teknolojilerin yayılmasını teşvik ettiğini ve ev sahibi ülkelerdeki endüstriyel gelişimi desteklediğini öne sürer. Bu hipoteze göre DYY, sürdürülebilir çevre teknolojilerinin gelişmekte olan ülkelere aktarılmasını sağlayarak bu ülkelerde ekolojik sürdürülebilirliği artırabilir ve çevresel koşulların iyileşmesine katkı sunabilir.

DYY'nin çevre için faydalı olduğunu ileri süren KHH, DYY'nin çevre üzerinde olan olumlu etkisini vurgulamaktadır. Gelişmiş ülkelere ait ileri bilgi ve çevresel kaliteye dair iyi uygulamalara sahip uluslararası şirketlerin DYY kanalıyla aktarılan temiz üretim teknolojileri ve yatırımları gittikleri ülkelerde çevre kalitesini artırmaktadır (Bakkal, 2022:367). KHH'ye göre gelişmiş ülkelerden gelişmekte olan ülkelere DYY'ler aracılığıyla teknoloji sağlanmaktadır (Zeren, 2015:6443). Böylece gelişmekte olan ülkeye gelen DYY çevre kalitesine KCH'nin ileri sürdüğü etkinin tersine bir etkide bulunarak çevresel iyileşmeye neden olmaktadır.

OECD'ye göre (1999:54) kirlilik halesi kavramı, bir firmanın nereye yerleştiğinden çok yerleştikten sonra gösterdiği çevresel performansa odaklanır. Yabancı şirketler, yerli firmalardan daha büyüktür ve teknoloji ile yönetim açısından daha avantajlıdır. Bu sayede, Ar-Ge ve çevre yönetim sistemlerine daha fazla yatırım yapabilirler. Yerli firmalar yabancı firmalardan öğrenerek çevresel performanslarını yükseltebilirler. Ancak, “hale” etkisinin oluşabilmesi için yabancı yatırımcıların çevre performansları dikkate alınmalıdır; çevreyi kirleten yabancı firmalar bu etkiyi sağlayamaz. Bu kapsamda, yabancı firmalar gelişmekte olan ülkelerde faaliyet gösterirken çevresel etki değerlendirmelerinde daha az özen gösterme, çalışanların eğitimi ve koruyucu ekipman konusunda eksiklikler, kirliliğin izlenmesi ve azaltılması için yetersiz yatırımlar gibi çevre standartlarını düşürmeye yönelik eğilim gösterebilirler. Şirket içi standartlar aynı kalsa bile, atık yönetimi ve afet müdahale altyapısının yetersizliği gibi dış faktörler, gelişmekte olan ülkelerdeki DYY'nin çevre ve sağlık risklerini artırabilir.

Yabancı şirketlerin daha iyi yönetim uygulamaları kullanarak çevre standartlarını yukarı çekeceklerini iddia eden KHH; ana ülkelerden gelen hissedar ve tüketici baskısı, küresel üretim zincirleri içinde kalite standartlarını uyumlu hale getirme gereği, küresel çevresel standartlardan kaynaklanan ölçek ekonomileri ve çevresel performansın bazı şirketlerde rekabet avantajı kaynağı olması gibi çeşitli teorik iddialarla temelleştirilmiştir (WWF-UK Report, 2003:28). Kirlilik halesi argümanına göre yurtdışında daha sıkı düzenlemelere

tabi olan yabancı firmalar, ev sahibi ülkeye daha temiz teknolojiler ve çevre yönetim sistemleri getirerek sanayi standartlarını yükseltebilir. Çok uluslu firmalar; hükümetler, sivil toplum kuruluşları ve müşteriler gibi çeşitli paydaşların çevresel taleplerine daha fazla maruz kalırlar. Verimlilik artışı, bilgi transferi ve mevcut kirliliği azaltmak için yapılan bu yatırımlar ev sahibi ülkenin çevresel performansını iyileştirebilir (WWF-UK Report, 2003:41).

Porter Hipotezi (PH), iyi tasarlanmış çevre düzenlemelerinin inovasyonu teşvik ederek işletmelere verimlilik ve özel faydalar sağladığını savunur. Bu, düzenlemelerin hem toplum hem de işletmeler için yararlı olabileceğini öne sürmektedir (Ambec ve Barla, 2002:355). PH, çevreye verilen zararların çoğunun kaynakların verimsiz kullanılmasından kaynaklandığını ve sıkı çevre düzenlemelerinin bu durumu iyileştirebileceğini savunur. PH'ye göre çevre düzenlemeleri firmaları kirliliği azaltmaya yönlendirdiğinde, firmalar ekonomik araçlar gibi esnek yaklaşımlar kullanarak inovasyon yapar ve kaynak verimliliğini artırır. Bu sayede firmalar, başlangıçtaki uyum maliyetlerinden daha fazla tasarruf sağlayabilir. Bu görüş, geleneksel çevre politikası argümanlarından farklı olarak çevresel sorumlulukların firmalar için ekonomik kazanç sağlayabileceğini vurgular. Porter ve Van Der Linde, negatif çevresel dışsallıkların içselleştirilmesiyle toplumsal faydanın ve firmaların karlılığının birlikte artırılabilirliğini öne sürer (Rutqvist, 2009:5-6).

Tayyar (2022:369), KHH'yi Porter ve Van Der Linde (1995)'ye atfetmektedir. Şahin vd. (2019:106), KCH'nin tersi bir durumu ifade eden KHH'nin, Porter Hipotezi olarak da bilindiğini belirtmiştir. Ancak Porter Hipotezinin iki yönü bulunmaktadır. Birincisi, çevresel hedefler ile endüstriyel rekabet arasındaki ilişki genellikle toplumsal faydalar ile özel maliyetler arasında bir denge olarak düşünülse de, bu yaklaşımın esasında yanlış olduğu savunulmaktadır. Çevre ve ekonomi arasındaki zıtlık, statik bir düzenleme anlayışına dayanmaktadır; bu anlayış, çevre düzenlemelerinin maliyetleri artırarak yerel firmaların küresel pazarda gerilemesine neden olacağı varsayımına dayanır. Ancak yeni rekabetçilik modeli, statik verimlilikten ziyade yenilik ve iyileştirme kapasitesine vurgu yapan dinamik bir yaklaşımdır. Porter hipotezinin bu yönü çevre standartlarının getirdiği maliyetlerin firma rekabetçiliğini engelleyeceği varsayımına bir itirazdır. İkincisi, uygun tasarlanmış çevre düzenlemeleri yeniliği teşvik ederek uyum maliyetlerini azaltabilir ve firmalara rakip ülkelerdeki firmalara göre avantaj sağlayabilir. Bu düzenlemeler, rekabet



gücünü desteklerken kaynak verimliliğini artırarak kirlilik azaltımı sağlar. Çünkü Porter ve Van Der Linde (1995:98)'nin deyiimiyle “kirliliğin azaltılması, genellikle kaynakların kullanımındaki verimliliği artırmakla örtüşmektedir”.

KCH, PH ve KHH'yi kısaca kıyaslamak gerekirse, KCH katı çevre düzenlemelerinin DYY'lerin yer değiştirmesini sağlayarak taşındığı ülkelerde kirliliği artıracığını iddia ederken PH, çevre düzenlemelerinin iyi tasarlanması durumunda yeniliği teşvik etmek suretiyle kaynak verimliliğini artırarak kirliliği azaltacağını savunmaktadır. Bu durumda, KCH ve PH'nin çevre düzenlemelerinin farklı sonuçlarına odaklandığını söylemek mümkündür. KCH, ticaretin serbestleştirilmesiyle kirletici yoğun sanayinin sıkı çevre düzenlemelerine sahip ülkelere daha zayıf çevre düzenlemelerine sahip ülkelere taşınmasına yol açmasıdır. Böylece DYY'ler taşındıkları ülkelere kirliliği artıracaktır. KHH'ye göre ise gelişmiş ülkelere gelişmekte olan ülkelere DYY'ler aracılığıyla temiz üretim teknolojileri ve çevresel kaliteyi artıran iyi uygulamalar aktarılmaktadır. Böylece gelişmekte olan ülkeye gelen DYY çevre kalitesine KCH'nin ileri sürdüğü etkinin tersine bir etkide bulunarak çevresel iyileşmeye neden olmaktadır. Bu durumda, KCH ve KHH DYY'lerin çevre üzerindeki etkilerine odaklandığını söylemek mümkündür. PH ise iyi tasarlanmış çevre düzenlemelerinin firmaları daha fazla yenilik yapmaya teşvik ederek daha çevre dostu ve enerji verimliliği yüksek üretim teknolojilerinin çevre kalitesine zarar vermeyi azaltacağını iddia etmektedir. KHH ise DYY'lerin gittiği ülkelere aktardığı teknolojiler ve yenilikler sayesinde çevresel iyileşme sağlanacağını ifade etmektedir. Bu durumda, KHH ve PH'nin çevre dostu teknolojiler ve yeniliklerin çevresel kaliteyi artırabileceği fikrinde birleştiğini söylemek mümkündür.

Dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisi bağlamında önemli olan iki hipotez, KCH ve KHH'dir. Her iki hipotez de serbest ticaretin ve DYY'lerin, dolayısıyla dışa açıklığın çevre üzerine olan etkilerinin farklı yorumlarına yer vermektedir. Bu kapsamda, dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerinde etkilerinin karmaşık ve çok boyutlu olduğunu söylemek mümkündür. ÇKE hipotezinde olduğu gibi gerek KCH gerekse KHH'yi test eden çalışmaların elde ettiği sonuçlar değişkendir. DYY'nin çevre kalitesi üzerine olan etkisine yönelik bu iki görüş çerçevesinde yapılan literatürdeki mevcut araştırmalardan kesin kanıtlar elde edilememiştir(Şahin vd. 2019:106). Bashir (2022), KCH'yi araştıran çalışmalardan 1999-2021 yılları arasında yayımlananları incelediği çalışmasında, KCH'yi doğrulayan ve doğrulamayan çalışmalar olduğu gibi yapılan çalışmalarda

KHH'yi destekleyen bulguların bulunduğu çalışmaların da olduğunu belirtmiştir. Akbulut ve Yereli (2023:35), literatürde KCH ve KHH'yi destekleyen çalışmaların bulunduğunu ifade ederek KHH'yi destekleyen çalışmalar içerisinde Asya dışındaki ülkeleri inceleyen çalışmaların da bulunduğunu ancak KHH'yi destekleyen çalışmaların çoğunlukla Asya örnekleme odaklanmış olmasını dikkat çekici bulmaktadır. Sonuç olarak, dışa açıklık ile CO<sub>2</sub> salımı arasındaki ilişki karmaşık bir şekilde etkileşir ve birçok farklı faktörden etkilenir. Bu karmaşık ilişkinin dinamiklerini anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu faktörleri anlamak, çevresel sürdürülebilirlik çabaları için önemlidir ve politika yapıcılarının ticaret politikalarını ve DYY stratejilerini çevresel hedeflerle uyumlu hale getirmelerine yardımcı olabilir.

### **5.7. Dışa Açıklık ve CO<sub>2</sub> Salımı Arasındaki İlişkiye Dair Ampirik Literatür**

Dışa açıklıkla çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda kirlilik göstergesi olarak CO<sub>2</sub> yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu çalışmalardan, dışa açıklık ilişkisini tek ülke örneği üzerinden inceleyen çalışmalar olduğu gibi birçok ülke veri setinden yararlanarak ülke grupları üzerinden inceleyen çalışmalar da yaygındır. Araştırma metodu olarak, panel veri setine dayanan yöntemler ve zaman serilerine dayanan yöntemler sıklıkla kullanılmaktadır. Dışa açıklık-çevre ilişkisini araştıran çalışmaların dışa açıklık göstergesi olarak kullandıkları değişkenlerde de farklılıklar gözlenmektedir. Solarin vd.(2017:2), yabancı endüstrilerin ev sahibi ülkelerde nasıl kirlilik yarattığını incelemek için; DYY, yabancı şirketlerin sanayi üretimi, mal ve hizmet ticareti (kirli ithalat ve ihracat) gibi göstergelerin kullanıldığını belirtmektedir. Dışa açıklık göstergesinin yanında farklı açıklayıcı değişkenlerin kullanılması da literatürde yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır. Literatürde, dışa açıklıkla CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi inceleyen ampirik çalışmaların bir kısmının KCH'nin ve KHH'nin geçerliliğini araştıran çalışmalar şeklinde olduğu görülmektedir. Bu kapsamda, ÇKE hipotezine dayanan modellerin dışa açıklık göstergelerini içerecek şekilde kullanılması literatürde oldukça sık karşılaşılan bir durumdur. Gerçekten de uluslararası ticaret, Grossman ve Krueger (1991)'in öncü çalışmasından bu yana ÇKE çalışmalarının ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir(Sinha vd. 2019:74).

KCH ile ilgili ampirik literatür üç kategoriye ayrılabilir(Gill vd. 2018:169-171): Birincisi, KCH ve çevre düzenlemelerine ilişkin literatürdür. KCH'ye göre, gelişmiş ülkelerdeki

katı çevre düzenlemeleri kirletici endüstrilerin gelişmekte olan ülkelere taşınmasına neden olur, bu da bu ülkelerde kirliliğin artmasına yol açar. Buna karşılık, KHH katı çevre düzenlemelerinin ileri teknolojileri ve yenilikleri teşvik ettiğini, bu sayede endüstrilerin taşınmasını azalttığını ve çevrenin iyileştirilmesine katkıda bulunduğunu savunur. İkincisi, KCH ve uluslararası ticarete ilişkin literatürdür. Uluslararası ticaretin savunucuları, serbest ticaretin gelişmekte olan ülkelere çevresel iyileşme sağlayacak yeni teknolojiler ve yenilikler getirdiğini iddia eder. Ancak KCH açısından bakıldığında, uluslararası ticaretin gelişmekte olan ülkeleri gelişmiş ülkeler için bir “kirlilik cenneti” haline getirdiği öne sürülmektedir. Üçüncüsü, KCH ve DYY’ye ilişkin literatürdür. KCH, gelişmiş ülkelerdeki kirli sanayilerin DYY yoluyla gelişmekte olan ülkelere kayarak bu ülkelerde çevreyi olumsuz etkilediğini öne sürer. Ancak KCH eleştirmenleri, DYY’nin bu ülkelere yeni teknolojiler, yönetim becerileri ve finansal kaynaklar sağladığını, böylece çevresel iyileşmeye katkıda bulunduğunu savunur. Bu kapsamda, dışa açıklıkla CO<sub>2</sub> salımı arasındaki ilişkiyi araştıran literatür aşağıda özetlenmektedir.

Öztürk ve Öz (2016), Türkiye’de enerji tüketimi, gelir, DYY girişi ve CO<sub>2</sub> salımı arasındaki ilişkiyi 1974-2011 yılları arasındaki dönem için araştırmıştır. Çalışma kapsamında, Maki (2012) eşbütünleşme yöntemi ve Granger nedensellik analizi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı ortaya konulmuştur. Sonuçlar, aynı zamanda ÇKE hipotezinin Türkiye için geçerli olduğunu göstermiştir. Ayrıca CO<sub>2</sub> salımları ile DYY girişi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunduğu ve DYY’nin CO<sub>2</sub> salımlarını azaltıcı etkisinden ötürü, DYY’nin çevre üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu savunan KHH Türkiye için hem kısa hem de uzun dönemde geçerli bulunmuştur.

Chen vd. (2019), Çin ülke örneğinde 1980-2014 yılları arasındaki dönemde CO<sub>2</sub> salımları, ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji üretimi ve yenilenemeyen enerji üretimi ile dış ticaret arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiştir. Sonuçlar, yenilenemeyen enerji ve kişi başına düşen GSYİH’deki artışın CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını, yenilenebilir enerjideki artışın ise CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığını ortaya koymaktadır. Çalışmanın dışa açıklık açısından sonuçlarına göre ticaret açıklığındaki artış CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmaktadır.

Solarin vd. (2017), 1980-2012 dönemi için CO<sub>2</sub> salımlarını kirlilik göstergesi olarak kullanarak Gana’da KCH’yi araştırmışlardır. Çalışma kapsamında, GSYİH, GSYİH’nin

karesi, enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, fosil yakıt enerji tüketimi, DYY, kurumsal kalite, kentleşme ve ticaret açıklık değişkenleri kullanılmıştır. Araştırma yöntemi olarak, ARDL yöntemi kullanılarak farklı zaman serisi modelleri oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu gösteren eşbütünleşmenin bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, GSYİH, DYY, kentsel nüfus, finansal gelişme ve uluslararası ticaretin CO<sub>2</sub> salımı üzerinde pozitif yönde etkisi bulunmuşken, kurumsal kalitenin Gana'da CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığı görülmüştür. Bu durum, Gana'da KCH'nin geçerli olduğunu göstermektedir. Yazarlara göre bu bulguların anlamı, DYY'nin ülkedeki artan emisyon seviyesine katkıda bulunuyor olmasıdır. Gana, kirlilik yoğun endüstrilerde karşılaştırmalı bir avantaj geliştirmiş ve dünyanın kirleten endüstrileri için bir “cennet” haline gelmiştir.

Dou vd. (2021), Çin-Japonya-Güney Kore arasında imzalanan üçlü serbest ticaret anlaşması bağlamında ticari açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu kapsamda, 1970-2019 dönemi için Çin, Japonya ve Güney Kore'nin panel verilerine dayanarak ticari açıklık-CO<sub>2</sub> bağlantısı incelenmiştir. Ayrıca anlaşmanın imzalanmasının ticari açıklık-CO<sub>2</sub> bağlantısı üzerindeki etkisini de araştırmışlardır. Bunun için anlaşmanın imzalanmasından önce ve anlaşma imzalandıktan sonra olmak üzere iki alt örneklem ile anlaşmanın etkisi incelenmiştir. Ardından, ithalat ve ihracatın CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkileri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Birincil tahmin sonuçları, ticari açıklığın CO<sub>2</sub> salımlarını önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. Ayrıca, Çin, Japonya ve Güney Kore arasında imzalanan serbest ticaret anlaşmasının ticari açıklık-CO<sub>2</sub> bağlantısı üzerinde anlamlı bir etkisi vardır. Ticari açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki çevresel etkileri, serbest ticaret anlaşmasının imzalanmasının ardından ise azalmıştır. Diğer bir dikkate değer sonuç, ithalatın daha fazla CO<sub>2</sub> salımlarına neden olma eğiliminde olduğu, ihracatın ise bir ülkedeki toplam CO<sub>2</sub> salımlarını azaltabileceğini göstermektedir. Yazarlar, ticaret anlaşmasının imzalanmasından sonra CO<sub>2</sub> salımlarındaki azalmayı teknolojinin yayılma etkisinin güçlenmesine bağlamaktadırlar.

Kim vd. (2019), Yüksek gelirli “kuzey” ile düşük gelirli “güney” arasında dört yöndeki ticaret akışlarının (Kuzey-kuzey, kuzey-güney, güney-kuzey ve güney-güney arasındaki) CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Bunun için 1960-2013 dönemi boyunca 131 gelişmekte olan ve gelişmiş ülke arasındaki ticarete ilişkin veriler panel veri kantil regresyon yöntemi ile analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, ticaretin CO<sub>2</sub> salımları

açısından gelişmiş ülkelere fayda sağladığını ancak yüksek gelirli ticaret ortaklarıyla ticaret yapıldığında gelişmekte olan ülkelere zarar verebileceğini göstermektedir. Ayrıca, hem tüm örneklem için hem de gelişmekte olan ülkeler ve gelişmiş ülkeler alt örneklemeleri için ÇKE hipotezinin geçerliliğini destekleyen bulgular elde edilmiştir.

Zubair vd. (2020), Nijerya örneğinde gelir, ticari entegrasyon, DYY girişleri, üretim, sermaye ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. 1980-2018 dönemini kapsayan analiz için ARDL testi ve geliştirilmiş Vektör Otoregresif (VAR) yaklaşımları kullanılmıştır. Sınır testinden elde edilen eşbütünleşme sonucuna göre, CO<sub>2</sub> salımları, gelir, ticari entegrasyon, DYY girişleri, üretim ve sermaye arasında uzun dönemli bir ilişki belirlenmiştir. Bununla birlikte, DYY girişlerindeki, üretimdeki ve sermayedeki artışın Nijerya'daki CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığı ortaya çıkmıştır. Granger nedensellik testi sonuçları, CO<sub>2</sub> salımları ile DYY girişleri arasında iki yönlü bir nedensellik ilişkisini gösterirken, sermayeden CO<sub>2</sub> salımlarına doğru tek yönlü bir nedensellik ortaya çıkmıştır. Sonuçlar aynı zamanda, CO<sub>2</sub> salım seviyesinin başlangıçta gelirle birlikte istikrar noktasına ulaşana kadar arttığını ve sonra azaldığını öne süren ÇKE hipotezinin geçerliliğini destekler nitelikte kanıtlar bulmuştur.

Managi vd. (2009), ticari açıklığın çevre üzerinde olumlu bir etkisinin olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan panel veriler, 1973-2000 yılları arasında 88 ülkenin SO<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> salımları ve 1980-2000 yılları arasındaki 83 ülkenin biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) emisyonlarıdır. Ayrıca, kişi başına düşen GSYİH, ticari açıklığın göstergesi olarak ithalat ve ihracat toplamının GSYİH'ya oranı, sermaye hasıla oranı gibi değişkenlerde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ticari açıklığın çevre üzerindeki etkisi kirleticiye ve ülkeye göre değişmektedir. Ticari açıklık, hem OECD hem de OECD dışı ülkelerde BOİ salımlarını azaltmaktadır. Ticari açıklık, OECD üyesi olmayan ülkelerde SO<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> salımlarını artırırken, OECD ülkelerinde azaltmaktadır. Özetle, ticaret OECD ülkelerinde çevreye fayda sağlamaktadır. Bununla birlikte, ticaretin OECD dışı ülkelerde SO<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub> salımları yoluyla çevre üzerinde zararlı etkileri söz konusudur. Naimoğlu (2022), Fourier ADL eşbütünleşme testi ile 1990-2018 yılları arasındaki dönemde Çin'de enerji tüketiminin ve DYY girişlerinin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki uzun vadeli etkisini incelemiştir. Ayrıca, FMOLS, DOLS ve CCR tahmin yöntemleriyle bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etki yönü ve büyüklüğü analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu

ortaya koymakta ve hata düzeltme modeli sonuçları da bu durumu desteklemektedir. Eşbütünleşme tahminlerine göre, enerji tüketimi ve DYY girişlerinin CO<sub>2</sub> salımları üzerinde azaltıcı bir etkisi bulunmaktadır. Bu sonuçlar, Çin için KHH'nin geçerli olduğunu göstermektedir.

Çil (2022), 1970-2016 dönemi için Türkiye'de DYY'nin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini Fourier Yöntemi ile incelemiştir. Ampirik analizin bulguları, DYY'nin CO<sub>2</sub> salımları üzerinde pozitif yönde bir etkisi olduğunu ve bu nedenle Türkiye için KCH'nin geçerli olduğunu göstermiştir. Sonuçlar, ekonomik büyüme ile CO<sub>2</sub> salımları arasında ÇKE hipotezini doğrulayan bir ilişkinin varlığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını önemli ölçüde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bekun vd.(2023), 1970-2016 yılları arasında yıllık zaman serisi verilerini kullanarak DYY net girişleri (GSYİH yüzdesi), kişi başına düşen reel GSYİH, yenilenebilir enerji kullanımı (toplam nihai enerji tüketiminin yüzdesi) ve ekonomik küreselleşmenin Türkiye'nin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma kapsamında, belirtilen değişkenler arasında uzun dönem denge ilişkisini araştırmak için Johansen eşbütünleşme testi ile birlikte Pesaran'ın sınır testi tekniği kullanılmıştır. Uzun dönem regresyon katsayıları için ARDL modeli ve dinamik sıradan en küçük kareler metodolojisi kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar, Türkiye için uzun dönemde KCH'yi doğrulamaktadır. Bu da DYY girişlerinin Türkiye'de çevresel bozulmaya neden olduğunu öne sürmektedir. Çalışma yenilenebilir enerjinin çevre kalitesini iyileştirdiğini gözlemlemiştir. Ayrıca elde edilen ampirik bulgular, Türkiye'de ÇKE hipotezinin varlığını da doğrulamaktadır.

Jijian vd. (2021), 2013 yılında Kuşak ve Yol Girişimine (Belt and Road Initiative) imza atan altmış beş ülkeden elli iki ülkenin 1993-2018 dönemine ait panel verilerini analiz etmişlerdir. Çalışma kapsamında kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına ithalat, kişi başına ihracat, kişi başına yabancı sermaye yatırımı ve kişi başına GSYİH arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bulgular, ithalat ve CO<sub>2</sub> salımları arasında pozitif bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Aksine, ihracat karbon salımı ile negatif yönde bir ilişki ortaya koyarken, DYY girişi tüketim kaynaklı CO<sub>2</sub> salımı ile pozitif ancak anlamsız bir ilişki ortaya koymuştur. Granger nedensellik testi sonuçlarına göre tek yönlü bir ilişki ortaya koyan CO<sub>2</sub> ve ithalat ile DYY ve CO<sub>2</sub> dışında kalan değişkenlerin çift yönlü nedenselliğe sahip olduğu anlaşılmıştır.

Hdom ve Fuinhas (2020), Brezilya’da 1975-2016 yılları arasında elektrik üretimi (hidroelektrik, doğal gaz ve yenilenebilir kaynaklar), ticaret açıklığı, GSYİH ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bunun için tamamen değiştirilmiş sıradan en küçük kareler (FMOLS) ve dinamik sıradan en küçük kareler yöntemleri (DOLS) kullanılmıştır. Elektrik üretimi, GSYİH ve ticaretin serbestleştirilmesinin Brezilya ekonomisi üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkilerinin olduğu ortaya konulmuştur. Çevresel sonuçlar; doğal gaz ve ticari açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerinde pozitif, GSYİH, hidroelektrik ve yenilenebilir enerjinin ise negatif etkileri vardır. Öte yandan, Toda-Yamamoto nedensellik testi sonuçlarına göre ticari açıklık ile üretilen tüm enerji çeşitleri arasında çift yönlü bir nedensellik söz konusudur.

Nepal vd. (2021), Hindistan’da 1978-2016 yılları arasında enerji tüketimi, DYY, ekonomik çıktı, CO<sub>2</sub> salımları ve ticari açıklık arasındaki dinamik ilişkileri ÇKE hipotezi çerçevesinde araştırmışlardır. Bu amaçla, ARDL modeline dayalı zaman serileri analizi ve VECM Granger nedensellik testleri kullanılmıştır. Sonuçlar, değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığını doğrulamıştır. Enerji tüketimi, ekonomik çıktı, CO<sub>2</sub> ve DYY arasında güçlü bir uzun dönemli ilişki bulunmuştur. Sonuçlar, DYY’nin uzun dönemde yenilenemeyen enerji tüketimini azalttığını gösterdiğinden, Hindistan’da KCH reddedilmiştir. Ayrıca çalışmada VECM Granger nedensellik testleri uygulanarak değişkenler arasındaki nedensellik de incelenmiştir. Ticari açıklık enerji tüketimine, ekonomik çıktıya, DYY’ye ve CO<sub>2</sub> salımlarına neden olmaktadır.

Safi vd. (2021), 1995-2018 yılları arasında gelişmekte olan yedi ülkede (E7) uluslararası ticaret (ihracat ve ithalat), teknolojik yenilik ve ekonomik büyüme varlığında finansal istikrarsızlığın tüketime dayalı CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında ikinci ve üçüncü nesil panel eş bütünleşme yöntemleri ve CS-ARDL modeli kullanılmıştır. Kısa ve uzun dönemli sonuçlar, tüketime dayalı CO<sub>2</sub> salımları, finansal istikrarsızlık, ithalat, ihracat, teknolojik yenilik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi doğrulamaktadır. Sonuçlar, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını göstermektedir. Hem kısa hem de uzun dönemde, ithalat ve ekonomik büyüme CO<sub>2</sub> salımlarını artırırken, finansal istikrarsızlık, teknolojik yenilik ve ihracat, CO<sub>2</sub> salımlarını önemli ölçüde azaltmaktadır.

Tan vd. (2021), Çin’de 1985-2018 dönemi için hava kalitesi (sera gazları ve CO<sub>2</sub> salımları), DYY, enerji tüketimi, finansal sektörler tarafından sağlanan yurt içi kredi ve

finansal gelişme arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiyi ARDL modeli ve Granger nedensellik testi ile araştırmışlardır. Elde edilen bulgular, enerji tüketiminin hava kalitesi üzerinde uzun dönemde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Yerel kredi ve finansal gelişme kısa dönemde benzer şekilde hava kalitesi ile anlamlı bir pozitif ilişki göstermektedir. Ayrıca, DYY ve iç krediden hava kalitesine uzanan tek yönlü nedensellik söz konusudur.

Wang ve Wang (2021), 2000-2014 yılları arasında 104 ülkede ticari açıklığın CO<sub>2</sub> yoğunluğu üzerindeki etkisini bir panel eşik modeli aracılığıyla araştırmışlardır. Sonuçlar, ticari açıklık ve DYY'nin CO<sub>2</sub> yoğunluğu üzerinde önemli asimetrik etkileri olduğunu ortaya koymuştur. Ticari açıklıktaki artış, bir dereceye kadar CO<sub>2</sub> yoğunluğunun azalmasına yardımcı olmaktadır. DYY'nin, ticari açıklığın CO<sub>2</sub> yoğunluğu üzerindeki etkisinde önemli bir rol oynadığı ortaya konulmuştur. DYY'nin artmasıyla birlikte, ticari açıklık CO<sub>2</sub> yoğunluğunun azaltılması için açıkça fayda sağlamaktadır. Yüksek gelir grubu için ticari açıklık CO<sub>2</sub> yoğunluğunun azalmasına yardımcı olurken, üst-orta gelir grubu için ticari açıklık CO<sub>2</sub> yoğunluğunu artırmaktadır. Ren vd. (2014), 2000-2010 dönemi için Çin'in panel verilerine dayalı olarak iki aşamalı GMM yöntemi ile DYY, ticari açıklık, ihracat, ithalat ve kişi başına gelirin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre Çin'in artan ticaret fazlası, hızla artan CO<sub>2</sub> salımlarının önemli nedenlerinden birisidir. İkinci olarak, DYY, CO<sub>2</sub> salımları üzerinde pozitif bir etkiye sahiptir. Bu, ticari açıklığın ve DYY'nin Çin'in ekonomik gelişimini destekleyebilse de, yüksek düzeyde kirliliğe katkıda bulunduğu anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, Çin'de KCH'ye dair kanıtlar elde edilmiştir. Ayrıca, Çin'de kişi başına düşen gelir ile endüstri salımları arasında serbest ticaret altında ÇKE hipotezinin geçerliliği doğrulanmıştır.

Essandoh vd. (2020), PMG-ARDL yöntemi ile CO<sub>2</sub> salımları, ticari açıklık, DYY girişleri, kişi başına reel GSYİH, yenilenebilir enerji tüketimi ve birincil enerji tüketimi arasındaki uzun ve kısa dönemli ilişkileri 1991-2014 yılları arasındaki dönemde 52 ülke için analiz etmişlerdir. Sonuçlar, bu değişkenler arasında oldukça sağlam ilişkilerin varlığına dair net kanıtlar göstermiştir. Elde edilen sonuçlar düşük gelirli (gelişmekte olan) ve yüksek gelirli (gelişmiş) ülkeler arasında belirgin farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur. Düşük gelirli ülkeler için CO<sub>2</sub> salımlarının DYY girişleriyle önemli ölçüde pozitif bir uzun dönemli ilişki içinde olduğunu ancak ticari açıklık ile uzun dönemli bir



ilişkiye ilişkin daha az net sonuç olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, yüksek gelirli ülkeler için CO<sub>2</sub> salımlarının ticari açıklıkla önemli ölçüde negatif bir uzun dönemli ilişki içerisinde olduğunu ancak DYY girişleriyle uzun dönemli bir ilişki ile ilgili daha az net sonuç olduğunu göstermektedir.

Jebli vd. (2016), 1980-2010 dönemi boyunca 25 OECD ülkesinden oluşan bir panel için kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımları, ekonomik büyüme (GSYİH), yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ve uluslararası ticaret arasındaki ilişkileri araştırmışlardır. Kısa dönemli granger nedensellik testleri, ticaretten CO<sub>2</sub> salımlarına doğru tek yönlü bir nedenselliğin, ihracattan yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedenselliğin, ithalat ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedenselliğin ve yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedenselliğin varlığını göstermiştir. Ancak uzun dönemde, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımları, GSYİH, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ihracat (veya ithalat) arasında çift yönlü nedensel ilişkiler olduğuna dair kanıtlar söz konusudur. Uzun dönemli tahminler artan ticaretin CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığını göstermektedir.

Appiah vd. (2022), ticari açıklık (ithalat ve ihracat), ekonomik büyüme (GSYİH), endüstrileşme, kentleşme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi Brezilya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika örneğinde araştırmışlardır. Bunun için 1971-2013 dönemine ait veriler Driscoll-Kraay standart hata tahmincisi ve Dumitrescu-Hurlin Granger nedensellik testi yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir. Panel eşbütünleşme testleri sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünleşme olduğu doğrulanmıştır. Ampirik sonuçlar, ithalattaki, enerji kullanımındaki ve sanayileşmedeki artışların CO<sub>2</sub> artışlarına neden olduğunu ekonomik büyümedeki artışın ise CO<sub>2</sub> salımlarında düşüşe neden olduğunu ortaya koymuştur. Değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Dumitrescu-Hurlin nedensellik testi ile incelenmiştir. Dışa açıklık açısından sonuçlara göre ihracat ve ithalattan CO<sub>2</sub> salımlarına tek yönlü nedensellik bulunmuştur.

Wang ve Zhang (2021), ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> salımlarından ayrıştırılması üzerinde ticari açıklığın etkisini araştırmışlardır. Bunun için 1990-2015 yılları arasında 182 ülkenin verileriyle kişi başına gelir, petrol fiyatları, yenilenebilir enerji tüketimi, nüfus, ticari açıklık ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli eş bütünleşme ilişkisini belirlemek için panel eş bütünleşme testi kullanılmıştır. Daha sonra, sabit etkili OLS ve FMOLS eş bütünleşme tahminleri

yapılmıştır. Sonuçlara bir bütün olarak bakıldığında ticari açıklık CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Ticari açıklık yüksek gelirli ve orta-üst gelirli ülkelerde CO<sub>2</sub> salımlarını azaltırken, düşük-orta gelirli ülkelerde ise CO<sub>2</sub> salımları üzerinde anlamlı bir etkiye sahip değildir. Düşük gelirli ülkeler için ise ticari açıklık CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Ticari açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki heterojen etkileri, ticari açıklığın zengin ülkelerde ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> salımlarından ayrıştırılması üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu ancak fakir ülkelerde negatif bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Ertuğrul vd. (2016), gelişmekte olan ülkeler içerisinde en fazla karbon salımı yapan on ülke (Çin, Hindistan, Güney Kore, Brezilya, Meksika, Endonezya, Güney Afrika, Türkiye, Tayland ve Malezya) örneğinde CO<sub>2</sub> salımları, ticari açıklık, reel gelir ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi 1971-2011 dönemi için analiz etmişlerdir. Ayrıca analiz edilen ülkeler için ÇKE hipotezinin varlığı da araştırılmıştır. Bunun için yapısal kırılma varlığında eşbütünleşme için ARDL sınır testi ve VECM Granger nedensellik yöntemi kullanılmıştır. Ampirik sonuçlar, analiz edilen değişkenlerin Tayland, Türkiye, Hindistan, Brezilya, Çin, Endonezya ve Kore için eşbütünleşik olduğunu ayrıca, analiz edilen ülkelerin çoğunda enerji tüketiminin çevre kirliliğini tetiklediğini ve ticari açıklığın Türkiye, Hindistan, Çin ve Endonezya’da CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını, Tayland, Brezilya ve Kore’de ise çevre üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, KCH Türkiye, Hindistan, Çin ve Endonezya için desteklenirken, ölçek, bileşim ve teknik etkilere dayalı ticaretin net etkisi Tayland, Brezilya ve Kore’de anlamsızdır. ÇKE hipotezinin varlığı uzun dönemde Türkiye, Hindistan, Çin ve Kore için doğrulanmıştır. Ampirik sonuçlar ayrıca CO<sub>2</sub> salımlarının uzun dönemde ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve ticari açıklık tarafından belirlendiğini göstermektedir. VECM Granger nedensellik testi sonuçlarına göre uzun dönemde Tayland, Türkiye, Hindistan, Endonezya, Çin, Brezilya ve Kore için enerji tüketimi, reel gelir ve ticaretten CO<sub>2</sub> salımlarına uzanan tek yönlü bir nedensellik söz konusudur. Ayrıca, Çin ve Brezilya için uzun dönemde enerji tüketimi, reel gelir ve ticari açıklıktan CO<sub>2</sub> salımlarına uzanan ve CO<sub>2</sub> emisyonu, enerji tüketimi ve reel gelirden ticari açıklığa uzanan bir nedensellik söz konusudur.

Öztürk ve Acaravcı (2013), 1960-2007 dönemi için Türkiye’de finansal gelişme, dış açıklık, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Eşbütünleşme testi için yapılan sınır testi, değişkenler arasında uzun

dönemli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Sonuçlar, dışa açıklıktaki artışın kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarında artışa neden olduğunu ve finansal gelişme değişkeninin uzun dönemde kişi başına CO<sub>2</sub> üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermiştir. Bu sonuçlar aynı zamanda Türkiye ekonomisinde ÇKE hipotezinin geçerliliğini desteklemiştir. Granger nedensellik modellerinin sonuçlarına göre kişi başına düşen enerji tüketimi, kişi başına düşen reel gelir, kişi başına düşen reel gelirin karesi, dışa açıklık ve finansal gelişmeden kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımlarına uzanan bir nedensellik ilişkisi söz konusudur.

Rahman ve Binh Vu (2020), 1960-2015 dönemi için Avustralya ve Kanada için yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, ticaret, kentleşme ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi karşılaştırmalı bir yaklaşım ile incelemişlerdir. Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri araştırmak için ARDL sınır testi yöntemi kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler ise vektör hata düzeltme modeli (VECM) Granger nedensellik testleri ile incelenmiştir. Bulgular, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkilerin olduğuna dair kanıtlar olduğunu göstermektedir. Avustralya'daki sonuçlar, hem uzun hem de kısa dönemde ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> salımları artırdığını, kısa dönemde ise ticaret ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığını göstermektedir. Avustralya için VECM nedensellik testleri, kısa dönemde ekonomik büyüme, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarının nedeni olduğunu; uzun dönemli nedensel ilişkiler ise CO<sub>2</sub> salımları, ekonomik büyüme, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında nedensel ilişkiler olduğunu göstermektedir. Kanada örneğinde, sonuçlar hem uzun hem de kısa dönemde ticaretin CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını, uzun dönemde ise ekonomik büyümenin ve kentsel nüfusun CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını göstermektedir.

Saint Akadiri vd. (2020), Bayer ve Hanck (2013) eşbütünleşme yöntemi, ARDL sınır testi yaklaşımı ve Toda-Yamamoto nedensellik testi gibi çeşitli ekonometrik teknikleri kullanarak 1970-2014 döneminde Türkiye'de CO<sub>2</sub> salımları, elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve küreselleşme arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Sonuçlara göre küreselleşmenin Türkiye'de CO<sub>2</sub> salımlarını etkilediğine dair kanıt bulunamamıştır. Ancak değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkiyi destekleyen kanıtlar bulunmuştur. Uzun dönemde hem elektrik tüketimi hem de ekonomik büyüme Türkiye'deki CO<sub>2</sub> salımlarının temel istatistiksel nedenleridir. Elektrik tüketimi CO<sub>2</sub> salımlarına neden

olmaktadır. Elektrik tüketimine yönelik şoklar Türkiye’de CO<sub>2</sub> salımları üzerinde kalıcı pozitif ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Ekonomik büyüme geri bildirim olmaksızın CO<sub>2</sub> salımlarına neden olmaktadır. Ekonomik büyümeye yönelik şoklar da CO<sub>2</sub> salımları üzerinde kalıcı pozitif ve anlamlı bir etki sergilemektedir. Küreselleşmeden CO<sub>2</sub> salımlarına tek yönlü bir nedensellik tespit edilmiş olsa da, CO<sub>2</sub> salımlarının küreselleşmedeki değişikliklere tepki vermediği anlaşılmıştır.

Hakimi ve Hamdi (2016), gelir, DYY, ticari açıklık, sermaye stoğu ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi Tunus ve Fas örneğinde araştırmışlardır. Bunun için 1971-2013 yılları arasındaki döneme ait yıllık zaman serisi verileri ile tek ülke çalışması ve ardından panel çalışması kullanarak eşbütünleşme analizi ve hata düzeltme modeline dayalı farklı ekonometrik modeller gerçekleştirilmiştir. Eşbütünleşme yöntemi, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin varlığını doğrulamıştır. VECM tahminlerinde, DYY ile CO<sub>2</sub> arasında çift yönlü bir nedensellik görülmüştür. Bu, Fas ve Tunus’a yönelik DYY girişlerinin doğasının temiz DYY olmadığı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla çalışmadan elde edilen sonuç, ticari serbestleşmesinin çevre üzerinde olumsuz bir etkisinin olduğunu desteklemektedir.

Shahbaz vd. (2016), yüksek, orta ve düşük gelirli 105 ülkeden oluşan üç ülke grubu için 1980-2014 döneminde ekonomik büyüme, ticari açıklık ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Pedroni (1999) ve Westerlund (2007) panel eşbütünleşme testleri değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkilerinin varlığını doğrulamıştır. FMOLS yönteminin ülkeye özgü tahminleri, ticari açıklığın çoğu ülkede CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığını göstermektedir. Nedensellik analizi, uzun dönemde hem küresel panel hem de orta gelirli ülke paneli için ticari açıklık ile CO<sub>2</sub> salımları arasında bir geri besleme etkisinin varlığını doğrulamaktadır. Ticari açıklık uzun dönemde yüksek gelirli ve düşük gelirli ülkeler için CO<sub>2</sub> salımlarına neden olmaktadır. Ayrıca ters-U şeklindeki ilişkinin doğrulanması, ticaretin ilk aşamada çevresel bozulmayı artırdığını ancak daha sonra belirli bir ticaret açıklığı eşik seviyesinden sonra çevresel kaliteyi iyileştirmeye başladığını göstermektedir. Panel eşbütünleşme sonuçları, ticari açıklığın tüm gelir seviyelerinde CO<sub>2</sub> salımlarına katkıda bulunduğunu ancak farklı paneller için farklı dönüş noktaları olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, farklı gelir düzeylerinin ticari açıklık nedeniyle çevreyi etkileme konusunda farklı eğilimleri olduğunu göstermektedir.

Orman vd. (2019), 1990-2014 yılları arasındaki dönemde gelişmiş ve gelişmekte olan 91 ülke örneğinde dış ticaret ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Bunun için cari açıkların çevresel kirliliği etkileyip etkilemediği analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında panel regresyon yöntemi kullanılmıştır. Veri seti gelişmiş ülkeler ve gelişmekte olan ülkeler olmak üzere iki gruba ayrılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ÇKE hipotezi doğrulanmıştır. Ayrıca gelişmekte olan ülkelerde dış ticaret dengesi ve CO<sub>2</sub> salımları arasında negatif bir ilişki tespit edilmiştir.

Peng vd.(2016), Çin ülke örneğinde bölgesel bir araştırma yapmışlardır. Bu kapsamda, ekonomik büyüme (GSYİH), DYY ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkileri Çin'in farklı eyaletlerinden edinilen 1985-2012 yılları arasındaki döneme ait panel veri seti kullanarak incelemişlerdir. Test edilen DYY-CO<sub>2</sub> salımları ilişkisinin sonuçları, DYY girişlerinin CO<sub>2</sub> salımlarına beş eyalette (Pekin, Neimenggu, Henan, Guizhou ve Shanxi) önemli ölçüde katkı sağladığını göstermiştir.

Liu vd. (2021), 1995-2017 yılları arasındaki Çin eyalet verilerini kullanarak Çin'de, DYY, ekonomik büyüme, teknolojik inovasyon, ticaret ve yenilenebilir enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> salımları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma kapsamında, eğitim homojenliği ve kesitsel bağımlılık testine dayalı gelişmiş panel yöntemleri kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre tüm modeller için bir eşbütünleşme ilişkisi doğrulanmıştır. Ayrıca GSYİH ve DYY, CO<sub>2</sub> salımlarını pozitif yönde etkilemektedir. Buna karşılık, dış ticaret, yenilenebilir enerji tüketimi ve teknolojik inovasyonlar CO<sub>2</sub> salımlarını negatif yönde etkilemektedir.

Udemba vd.(2020), 1995Q1-2016Q4 dönemleri arasındaki dönemi kapsayan üçer aylık veri seti ile Çin'de CO<sub>2</sub> salımları, DYY, enerji tüketimi, turizm ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi ile analiz etmişlerdir. İncelenen dönem boyunca belirtilen tüm değişkenler arasında uzun dönemli ilişki tespit edilmiştir. Ampirik sonuçlar, ekonomik büyüme hariç tüm diğer değişkenlerle CO<sub>2</sub> salımları arasında pozitif yönde bir ilişki göstermektedir. Bu durum, Çin'deki çevresel bozulmayı ve GSYİH'nin azaltıcı gücünü ortaya koymaktadır. Granger nedensellik analizi, CO<sub>2</sub> salımları ve enerji tüketimi arasında iki yönlü bir nedensellik olduğunu tespit etmiştir. Ayrıca, büyüme ve DYY arasında CO<sub>2</sub> salımlarına doğru tek yönlü bir nedensellik bulunmaktadır. Çalışma, Çin'de KCH'yi doğrulamaktadır.

Wang vd. (2022), Çin'in 28 eyaletindeki yüksek teknoloji endüstrisinde DYY ve teknolojik yeniliğin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışmada, 2000-2018 yılları arasındaki dönemine ait Çin'in eyalet verileri kullanılmıştır. Çalışma kapsamında yazarlar, değişkenler arasındaki ilişkiyi panel eşbütünleşme testleri ile incelemiş ve değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri tahmin etmek için kantil regresyon yöntemini kullanmışlardır. Bulgular, DYY'nin CO<sub>2</sub> salımları üzerinde negatif yönde bir etki yarattığını ortaya koymaktadır. Teknolojik yenilik, ilk üç kuantilde pozitif, sonraki altı kuantilde ise negatif bir etkiye sahiptir. Bu sonuçlar, DYY ve teknolojik yeniliğin, enerji yoğunluğunu şekillendirdiğini ve bu durumun zaman içinde CO<sub>2</sub> salımlarında dalgalanmalara neden olduğunu göstermektedir.

Şahin vd.(2019), 1990-2015 yılları arasında Türkiye'de sera gazları(CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub> ve F gazları), DYY, imalat sanayiinde katma değer ve üç farklı dışa açıklık türü arasındaki uzun dönemli ilişkiyi Johansen(1988) eşbütünleşme yöntemi ile kısa dönemli ilişkiyi hata düzeltme modeli ile incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki ve eşbütünleşme tespit edilmiştir. DYY, imalat sanayi katma değeri ve 3 farklı dışa açıklık değişkeninden ikisi sera gazı emisyonlarını artırırken diğer dışa açıklık değişkeni sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır. Sonuç olarak, uluslararası ticaret Türkiye'de çevre kirliliğini genel olarak artırmış olup Türkiye örneğinde KCH'nin geçerli olduğuna dair güçlü kanıtlar, KHH'ye dair ise zayıf kanıtlar bulunmuştur.

Yılmaz ve Ersoy (2009), Türkiye, Malezya, Tayland, Endonezya, Singapur ve Filipinler'de 1975-2006 tarihleri arasındaki dönem için CO<sub>2</sub> salımı, imalat sanayiinde yaratılan katma değer, DYY, kişi başına GSYİH artışı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada Pedroni tarafından geliştirilen panel eşbütünleşme yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi saptanamamıştır. Ancak, iktisadi değişkenlerin işaretleri yorumlandığında DYY'nin CO<sub>2</sub>'yi artırdığı dolayısıyla KCH'nin geçerli olduğuna dair bazı kanıtlar sunulmuştur.

Zeren (2015), 1970-2010 arasındaki dönem için ABD, Fransa, Kanada ve İngiltere ülke örneklerinde DYY artışının CO<sub>2</sub> üzerindeki etkisini araştırmıştır. Bu kapsamda öncelikle doğrusal ve doğrusal olmayan nedensellik testleri ile DYY'nin CO<sub>2</sub> salımının nedeni olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra bu iki değişken arasında uzun dönemli ilişki iki yapısal kırılmalı eşbütünleşme testi ile belirlenmiştir. Son aşamada ise bu ilişkinin yönü FMOLS ve CCR eşbütünleşme tahmincileri ile saptanmıştır. Sonuç olarak, ABD, Fransa

ve İngiltere için KHH'nin geçerli olduğu; Kanada içinse KCH'nin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Kılıçarslan ve Dumrul (2017), Türkiye'de 1974-2013 yılları arasındaki dönem için DYY ile CO<sub>2</sub> arasındaki ilişkiyi Johansen Eşbütünleşme testi ve vektör hata düzeltme modeli (VECM) kullanarak incelemiştir. Bunun için CO<sub>2</sub> salımları ve DYY net girişleri olmak üzere iki değişkenli bir model tahmin edilmiştir. Ulaşılan ampirik bulgulara göre elde edilen en temel sonuç, DYY'nin uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımlarını pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. Sonuçlar, ayrıca Türkiye'de KCH'nin geçerli olduğuna işaret etmektedir. Mert ve Çağlar (2020), Türkiye'de 1974-2018 dönemi boyunca DYY ve CO<sub>2</sub> salımları arasındaki asimetrik kısa ve uzun dönemli nedensel ilişkileri analiz etmiştir. Bunun için Granger ve Yoon (2002) ile Hatemi-J ve Irandost'un (2012) gizli eşbütünleşme teknikleri kullanılarak asimetrik KCH ve asimetrik KHH test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, kısa dönemde DYY'deki pozitif şoklar ile CO<sub>2</sub> salımlarının pozitif hareketleri arasında asimetrik bir nedensel ilişkiyi ve uzun dönemde DYY'deki negatif ve pozitif şoklar ile pozitif CO<sub>2</sub> salımları arasında asimetrik bir nedensel ilişkiyi doğrulamıştır. Ayrıca, DYY'deki artışların hem kısa hem de uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımlarının artış oranında bir azalmaya yol açtığını göstermiştir. Bu bulgu, Türkiye örneğinde asimetrik KHH'nin geçerliliğini desteklemektedir. Dolayısıyla Türkiye'de DYY'deki artışların uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımlarının artışını azaltacağı sonucuna varılmıştır.

## 5.8. Genel Değerlendirme

Karbon salımı ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve dışa açıklık arasındaki ilişki, özellikle Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) ve Kirlilik Cenneti Hipotezi (KCH) gibi kavramlar üzerinden yoğun bir şekilde incelenmiştir. Ampirik çalışmalarda, ekonomik büyüme göstergesinin yanında enerji tüketimi değişkeni de sıklıkla araştırmalara konu olmuş, iklim değişikliği gündemi küresel çapta ilgi çektikçe, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan taleple beraber zamanla yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni ampirik çalışmalarda karbon salımı ile ilişkisi araştırılan bir değişken olarak karşımıza çıkmaya başlamıştır. Teorik ve ampirik literatür genel olarak değerlendirildiğinde, ekonomik büyüme ve karbon salımı arasında pozitif bir ilişki olduğu birçok çalışma tarafından desteklenmektedir. Ancak, bu ilişkinin gücü ve doğası ülkeden ülkeye ve sektöre göre değişmektedir. Ayrıca, fosil yakıt kaynaklı enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımını artırdığı,

yenilenebilir enerji tüketiminin ise CO<sub>2</sub> salımını azalttığı yönündeki teorik görüşün desteklendiği görülmektedir. Fakat literatürde her üç değişken için farklı sonuçlara ulaşan çalışmalara da rastlamak mümkündür.

ÇKE hipotezi, karbon salımı, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve dışa açıklık arasındaki ilişkiyi araştırmak için kullanışlı bir teorik çerçeve sunmaktadır. Ancak elde edilen bulgular, evrensel bir ÇKE'nin varlığını doğrulamamaktadır. Ampirik sonuçlar gerek ÇKE hipotezi gerekse KCH için kesin sonuçlar sunmuş değildir. Araştırmalarda değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiler tespit edilse de sonuçlar karmaşıktır ve birçok farklı faktör tarafından etkilenmektedir. Bu faktörlerin etkisi, bazı ülkelerde ya da ülke gruplarında değişkenler arasında teorik beklentileri destekler nitelikte sonuçlar vermiştir. Bazı ülkelerde ise değişkenler arasındaki ilişki teorik beklentilerin aksine sonuçlar sergilemiştir. Literatürde, aynı ülke örneği üzerinde farklı sonuçlara ulaşan ampirik çalışmalarla da karşılaşmak mümkündür. Bu farklılıkların kaynağı, değişkenler arasındaki ilişkinin farklı dinamiklerle hareket etmesinden kaynaklanabileceği gibi yapılan ampirik çalışmalarda kullanılan veri setlerinin farklılığı, açıklayıcı değişkenlerin çeşitliliği, incelenen periyotların farklı zaman aralıklarını kapsamaması, farklı kirleticilerin kirlilik göstergesi olarak dikkate alınması ve farklı araştırma yöntemlerinin kullanılması gibi nedenlerden de kaynaklanmış olabileceği göz ardı edilmemelidir. Karbon salımı, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve dışa açıklık arasındaki ilişki oldukça karmaşık ve çok boyutludur. ÇKE ve KCH gibi hipotezler, bu ilişkiyi anlamamıza yardımcı olsa da, tek başına bu hipotezlerle değişkenler arasındaki dinamik ilişkileri tam olarak açıklamak mümkün değildir. Sonuç olarak, karbon salımı, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve dışa açıklık arasındaki ilişkiyi anlamak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar, farklı ülkelerin ve sektörlerin özel koşullarını dikkate alarak daha kapsamlı ve gerçekçi modeller geliştirmeyi amaçlamalıdır.



## 6. BÖLÜM: AMPİRİK UYGULAMA

Bu bölümde, Türkiye ve Çin ülke örneğinde CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişki ampirik bir uygulama ile analiz edilmektedir.

### 6.1. Yöntem ve Veri Seti

Çalışmanın model uygulamasında CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişki eşbütünleşme analizi ile araştırılmaktadır. Eşbütünleşme (Cointegration), zaman serileri arasındaki uzun dönemli ilişkilerin incelenmesinde kullanılan bir analiz yöntemidir. Kısa dönemde dalgalanmalar gösteren birçok ekonomik zaman serisi uzun dönemde birlikte hareket edebilirler. Eşbütünleşme analizi bu tür zaman serileri arasındaki uzun dönemli denge ilişkilerini tespit etmeye yardımcı olmaktadır.

Durağanlık, bir serinin ortalama, varyans ve kovaryans gibi istatistiksel değerlerinin sabit olması ve yüksek mertebeli momentlerinin zamana bağlı olarak değişmemesi olarak tanımlanmaktadır (Nemlioğlu, 2005:1). Durağan olmayan birden fazla zaman serisi arasındaki uzun dönemli ilişkiyi açıklayan eşbütünleşme ancak dışsal olan kalıcı şokların sistemdeki tüm değişkenleri ortak olarak etkilemesiyle mümkündür. Yani incelenen seriler durağan olmadığında serilerin doğrusal bileşiminin durağan olabileceğini ifade eden eşbütünleşmenin mevcut olması, değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket edeceği anlamına gelmektedir. Eşbütünleşme analizi serilerdeki veri kaybı olmadan kalıcı dışsal şoklara rağmen değişkenler arasında uzun dönemli ilişkiyi tespit etmek amacıyla kullanılmaktadır (Göktaş vd. 2019:37).

Çalışma kapsamında değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ARDL modeli (Autoregressive Distributed Lag-Otoregresif Gecikmesi Dağıtılmış Modeller) kullanılarak analiz edilmiştir. ARDL modelinin tercih edilme sebebi, araştırmaya konu değişkenlere ait zaman serilerinin durağanlık düzeylerinin farklı olması durumunda da (I(0) ve I(1)) eşbütünleşme ilişkisinin test edilmesine imkan vermesidir (Paseran vd. 2001). Ayrıca, ARDL modeli küçük örneklem boyutlarında da tutarlı sonuçlar verebilmektedir (Narayan ve Narayan, 2005:425). Tek denklem çerçevesinde benzersiz bir eşbütünleşme vektörünü tanımlayan bu yöntem (Sahu ve Barik, 2020:270), aynı zamanda tüm değişkenlerin farklı gecikme düzeylerine sahip olduğu durumlarda da kullanılabilir. Tüm bağımlı ve bağımsız değişkenler için aynı gecikme

uzunluğunu gerektiren geleneksel eşbütünleşme yaklaşımının aksine ARDL modeli ile eşbütünleşme farklı gecikme uzunlukları kullanılarak tahmin edilebilmektedir(Tan vd. 2021:4). Öte yandan Shahbaz ve Sinha (2019:158)'ya göre eğer çalışma zaman serisi verileri üzerinde gerçekleştiriliyorsa, araştırmacıların ARDL sınır testi yaklaşımını dikkate alması gerekmektedir. Böylece, kontrol değişkenleri için farklı gecikme uzunlukları dikkate alınarak çalışmaya daha fazla esneklik kazandırılacaktır.

Bu kapsamda, CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişki Türkiye ve Çin ülke örnekleri üzerinden incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veri setleri araştırmaya konu değişkenlerin tamamının mevcut olduğu dönemler dikkate alınarak belirlenmiştir. Türkiye için 1970-2022 yılları arasındaki döneme ait veri seti kullanılmışken, Çin için 1979-2022 yılları arasındaki döneme ait veri seti kullanılmıştır. Modeller oluşturulurken değişkenler logaritmik olarak dönüştürülmüştür.

$$\text{LnCo}_2 = f(\text{LnEc}, \text{LnGdp}, \text{LnGdp}^2, \text{LnRnw}, \text{Lntrade}, \text{LnFdi}) \quad (1)$$

Yukarıda gösterilen (1) sayılı denklemde, Türkiye ve Çin örneğinde araştırılan değişkenler arasındaki ilişkinin basit fonksiyonel biçimi gösterilmektedir. Araştırma kapsamında bağımlı değişken olarak belirlenen kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarına fosil yakıtlardan ve endüstriden kaynaklanan CO<sub>2</sub> salımları dahil olup arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan CO<sub>2</sub> salımları dahil değildir. Enerji tüketimi iki farklı değişkenle analiz edilmiştir. Bunlardan birincisi, kilowatt saat cinsinden kişi başına birincil enerji tüketimi değişkenidir. Bu değişken, fosil yakıt kaynaklarından elde edilen enerji dahil, bir ülke içerisinde tüketilen kişi başına toplam enerji kullanımını temsil etmektedir. İkincisi ise yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen kilowatt saat cinsinden enerjinin kişi başına tüketimini temsil etmektedir. Ekonomik büyümeyi temsilen kişi başına GSYİH değişkeni kullanılmıştır. Bu veri seti enflasyona ve ülkeler arasındaki yaşam maliyetindeki farklılıklara göre ayarlanmış olup geçmiş veriler 2011 ve 1990 yılı satın alma gücü paritelerinin bir kombinasyonu kullanılarak 2011 yılı fiyatlarıyla uluslararası ABD Doları cinsinden ifade edilmektedir. Ayrıca ÇKE hipotezini test etmek için kişi başına GSYİH'nin karesi hesaplanarak yeni bir veri seti oluşturulmuştur. Dışa açıklık göstergesi olarak; ticari dışa açıklık endeksi olarak bilinen mal ve hizmet ithalatı ile ihracatının toplamının GSYİH içerisindeki payı ile finansal dışa açıklığın bir göstergesi olarak net DYY girişlerinin GSYİH içerisindeki payı

kullanılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan değişkenler, değişkenlerin tanımları ve değişkenlere ilişkin veri setlerinin nereden temin edildiği ve bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken olarak belirlenen kişi başına CO<sub>2</sub> salımına olan etkilerinin beklenen yönüne ilişkin bilgiler Tablo 13’de gösterilmektedir.



| Değişken Adı                                                          | Tanımı                                                                                                                                      | Veri Kaynağı                                                          | İlişkinin Beklenen Etki Yönü |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| LnCO <sub>2</sub> (Kişi başına CO <sub>2</sub> salımının logaritması) | Fosil yakıtlardan ve endüstriden kaynaklanan karbondioksit (CO <sub>2</sub> ) salımları                                                     | <a href="https://ourworldindata.org/">https://ourworldindata.org/</a> |                              |
| LnEc (Kişi başına enerji kullanımının logaritması)                    | Kişi başına birincil enerji tüketimi                                                                                                        | <a href="https://ourworldindata.org/">https://ourworldindata.org/</a> | (+)                          |
| LnGdp (Kişi başına GSYİH'nin logaritması)                             | 2011 fiyatlarıyla uluslararası dolar cinsinden(enflasyona ve ülkeler arasındaki yaşam maliyetindeki farklılıklara göre düzeltilmiştir)      | <a href="https://ourworldindata.org/">https://ourworldindata.org/</a> | (+)                          |
| LnGdp2 (Kişi başına GSYİH'nin logaritmasının karesi)                  | 2011 fiyatlarıyla uluslararası dolar cinsinden(enflasyona ve ülkeler arasındaki yaşam maliyetindeki farklılıklara göre düzeltilmiştir)      | <a href="https://ourworldindata.org/">https://ourworldindata.org/</a> | (+)/(-)                      |
| LnTrade (Dış ticaretin GSYİH'deki payının logaritması)                | Mal ve hizmet ihracatı ve ithalatının toplamının GSYİH'deki payı. Bu değişken aynı zamanda “ticari açıklık endeksi” olarak da bilinmektedir | <a href="https://ourworldindata.org/">https://ourworldindata.org/</a> | (+)/(-)                      |
| LnFdi (Doğrudan yabancı yatırımların GSYİH'deki payının logaritması)  | Net doğrudan yabancı yatırım girişlerinin GSYİH'deki payı                                                                                   | <a href="https://ourworldindata.org/">https://ourworldindata.org/</a> | (+)/(-)                      |
| LnRnw (Kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminin logaritması)      | Hidroelektrik, rüzgar, güneş, jeotermal, dalga-gelgit ve biyoenerji kaynaklarından elde edilen birincil enerji tüketimi                     | <a href="https://ourworldindata.org/">https://ourworldindata.org/</a> | (-)                          |

**Tablo 13:** Değişkenler ve Tanımları

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

**Not:** Tahmin edilen modellerde kişi başına CO<sub>2</sub> bağımlı değişken olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında model tahminleri EViews 10 programı ile yapılmıştır. EViews programında, ARDL modeli kapsamında değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi

araştırılırken öncelikle gecikme sayısının belirlenmesi ve trend spesifikasyonuna karar verilmesi gerekmektedir. EViews programı beş farklı trend spesifikasyonuna izin vermektedir. Bunlardan Case 1; sabitsiz ve trendsiz, Case 2; kısıtlı sabitli ve trendsiz, Case 3; kısıtsız sabitli ve trendsiz, Case 4; kısıtlı doğrusal trendli ve kısıtsız sabitli, Case 5; kısıtsız trendli ve sabitli modele karşılık gelir. Literatürde ARDL modeli ile yapılan çalışmalarda genel olarak maksimum gecikme uzunluğunun yıllık verilerde 2, üçer aylık verilerde 4, aylık verilerde 8 olarak, trend spifikasyonu olarak ise çoğunlukla Case 3’ün (kısıtsız sabitli ve trendsiz model) tercih edildiği görülmektedir(Göksu ve Balkı, 2023:57-58). ARDL modeli kapsamında uygulanacak sınır testinin ilk adımında kullanılan sınırsız hata düzeltme modelinin analizimize konu değişkenlere uyarlanmış şekli aşağıda gösterilmektedir.

$$\Delta \text{LnCO2}_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta \text{LnCo2}_{t-i} + \sum_{i=0}^k \beta_{2i} \Delta \text{LnEc}_{t-i} + \sum_{i=0}^k \beta_{3i} \Delta \text{LnRnw}_{t-i} + \sum_{i=0}^k \beta_{4i} \Delta \text{LnGdp}_{t-i} + \sum_{i=0}^k \beta_{5i} \Delta \text{LnGdp}_{t-i}^2 + \sum_{i=0}^k \beta_{6i} \Delta \text{LnTrade}_{t-i} + \sum_{i=0}^k \beta_{7i} \Delta \text{LnFdi}_{t-i} + \beta_8 \text{LnCo2}_{t-1} + \beta_9 \text{LnEc}_{t-1} + \beta_{10} \text{LnRnw}_{t-1} + \beta_{11} \text{LnGdp}_{t-1} + \beta_{12} \text{LnGdp}_{t-1}^2 + \beta_{13} \text{LnTrade}_{t-1} + \beta_{14} \text{LnFdi}_{t-1} + E_t \quad (2)$$

Yukarıdaki (2) sayılı denklemde yer alan “Δ” fark operatörünü,  $E_t$  hata terimini  $\beta_0$  sabit terimi  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$  ve  $\beta_7$  kısa dönem katsayılarını  $\beta_8, \beta_9, \beta_{10}, \beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{13}$  ve  $\beta_{14}$  uzun dönem katsayılarını “k” gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Gecikme uzunluğu olan “k” belirlendikten sonra analize konu değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi (2) numaralı denklemde yer alan  $\beta_8, \beta_9, \beta_{10}, \beta_{11}, \beta_{12}, \beta_{13}$  ve  $\beta_{14}$  değişkenlerin düzey değerlerinin bir dönem gecikmelerinin anlamlılığının sınanmasıyla test edilir. Burada test edilen temel hipotez şu şekildedir:

$$H_0 = \beta_8 = \beta_9 = \beta_{10} = \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{14} = 0$$

Analize konu değişkenler arasında eşbütünleşmenin tespit edilmesi durumunda, değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisinin analizi için gecikmesi dağıtılmış ARDL modelinin kurulması gerekmektedir. Aşağıda gösterilen (3) sayılı denklem çalışma kapsamında analiz edilen değişkenlere uyarlanmış uzun dönem ARDL modelini göstermektedir.

$$\Delta \text{LnCO2}_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta \text{LnCo2}_{t-i} + \sum_{i=0}^l \beta_{2i} \Delta \text{LnEc}_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{3i} \Delta \text{LnRnw}_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{4i} \Delta \text{LnGdp}_{t-i} + \sum_{i=0}^o \beta_{5i} \Delta \text{LnGdp}_{t-i}^2 + \sum_{i=0}^p \beta_{6i} \Delta \text{LnTrade}_{t-i} + \sum_{i=0}^r \beta_{7i} \Delta \text{LnFdi}_{t-i} + \epsilon_t \quad (3)$$

Analize konu değişkenler arasındaki kısa dönem ilişki ise tahmin edilen ARDL modeline dayanan ve hata düzeltme katsayısının bulunduğu (4) sayılı denklem ile belirlenir.

$$\Delta \text{LnCO2}_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_{1i} \Delta \text{LnCO2}_{t-i} + \sum_{i=0}^l \beta_{2i} \Delta \text{LnEc}_{t-i} + \sum_{i=0}^m \beta_{3i} \Delta \text{LnRnw}_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{4i} \Delta \text{LnGdp}_{t-i} + \sum_{i=0}^o \beta_{5i} \Delta \text{LnGdp}_{t-i}^2 + \sum_{i=0}^p \beta_{6i} \Delta \text{LnTrade}_{t-i} + \sum_{i=0}^r \beta_{7i} \Delta \text{LnFdi}_{t-i} + \lambda \text{Ecm}_{t-1} + \epsilon_t \quad (4)$$

## 6.2. Model Tahminleri

İlk olarak CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişki Türkiye örneğinde 1970-2022 yılları arasındaki dönem için incelenmiştir. Model kapsamında kullanılan verilere dair tanımlayıcı istatistikler Tablo 14’de gösterilmektedir.

|              | LnCo <sub>2</sub> | LnEc      | LnFdi     | LnGdp    | LnGdp2   | LnRnw     | LnTrade   |
|--------------|-------------------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| Mean         | 1.058691          | 9.335058  | -0.784182 | 9.276542 | 86.32388 | 7.141228  | 3.538606  |
| Median       | 1.169102          | 9.397268  | -0.764936 | 9.272752 | 85.98392 | 7.297474  | 3.731600  |
| Maximum      | 1.652940          | 10.04796  | 1.287408  | 10.21691 | 104.3853 | 8.359624  | 4.396547  |
| Minimum      | 0.150268          | 8.325341  | -3.940610 | 8.388905 | 70.37373 | 5.388940  | 2.208246  |
| Std. Dev.    | 0.437850          | 0.479868  | 1.247726  | 0.524249 | 9.771809 | 0.749661  | 0.538934  |
| Skewness     | -0.328080         | -0.291327 | -0.505338 | 0.155471 | 0.222373 | -0.653193 | -0.851131 |
| Kurtosis     | 1.853260          | 2.020841  | 2.690652  | 1.826225 | 1.846050 | 2.970905  | 2.687230  |
| Jarque-Bera  | 3.854779          | 2.866943  | 2.467071  | 3.256040 | 3.377424 | 3.770710  | 6.615104  |
| Probability  | 0.145528          | 0.238480  | 0.291261  | 0.196318 | 0.184757 | 0.151775  | 0.036606  |
| Sum          | 56.11061          | 494.7580  | -41.56166 | 491.6567 | 4575.166 | 378.4851  | 187.5461  |
| Sum Sq. Dev. | 9.969389          | 11.97422  | 80.95464  | 14.29155 | 4965.389 | 29.22354  | 15.10342  |
| Observations | 53                | 53        | 53        | 53       | 53       | 53        | 53        |

**Tablo 14:** Türkiye Veri Seti İçin Tanımlayıcı İstatistikler

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 15’de ise Türkiye veri seti için düzenlenmiş korelasyon matrisi gösterilmektedir. Korelasyon matrisine göre bazı değişkenler arasında yüksek korelasyon dikkat çekmektedir. Bağımsız değişkenler arasındaki yüksek korelasyon çoklu doğrusallık sorununa işaret etmektedir. Çoklu doğrusallık bağımsız değişkenlerin birbirleri ile doğrusal bir ilişki içerisinde olmasıdır(Kennedy,2000:46).

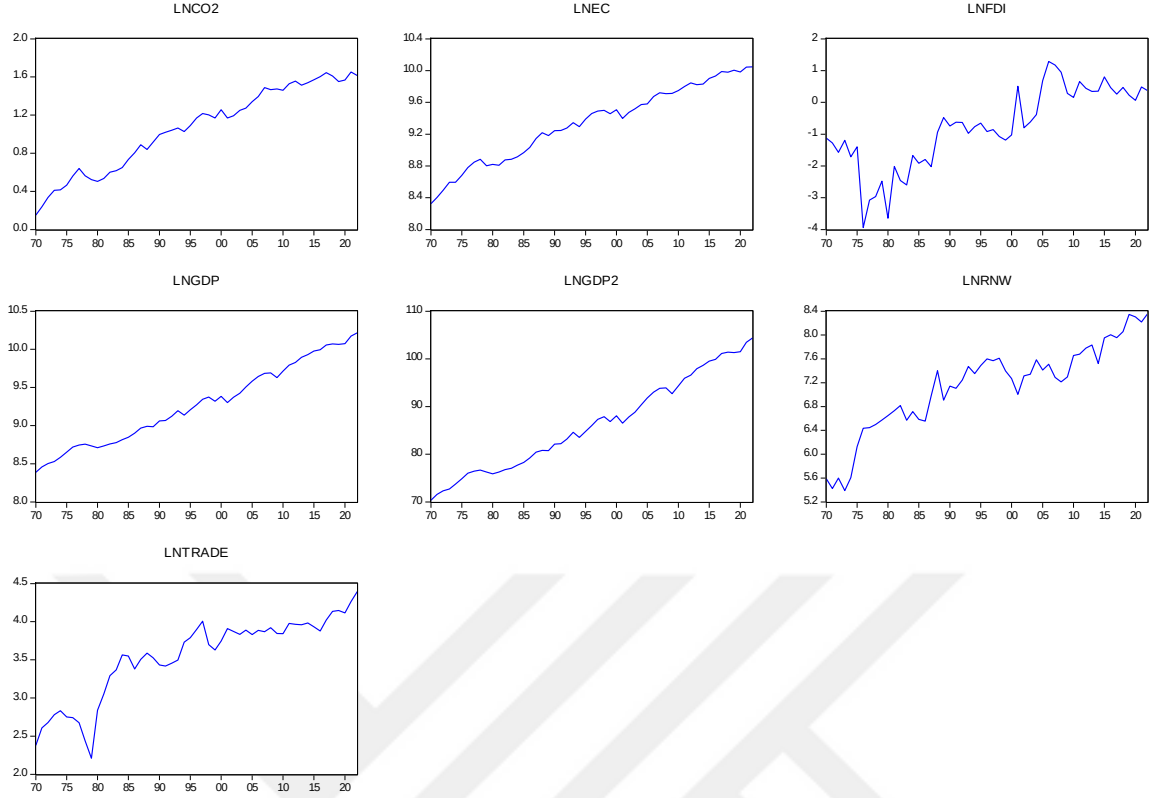
| Korelasyon        | LnCo <sub>2</sub> | LnEc     | LnFdi    | LnGdp    | LnGdp2   | LnRnw    | LnTrade  |
|-------------------|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| LnCo <sub>2</sub> | 1.000000          |          |          |          |          |          |          |
| LnEc              | 0.994552          | 1.000000 |          |          |          |          |          |
| LnFdi             | 0.811729          | 0.783501 | 1.000000 |          |          |          |          |
| LnGdp             | 0.978359          | 0.985200 | 0.801542 | 1.000000 |          |          |          |
| LnGdp2            | 0.973322          | 0.981030 | 0.800328 | 0.999689 | 1.000000 |          |          |
| LnRnw             | 0.920736          | 0.947754 | 0.631874 | 0.912014 | 0.906255 | 1.000000 |          |
| LnTrade           | 0.914109          | 0.913762 | 0.760712 | 0.879052 | 0.872217 | 0.878498 | 1.000000 |

**Tablo 15:** Türkiye Veri Seti İçin Düzenlenen Korelasyon Matrisi

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Gujarati(2001:346), çoklu doğrusallığın giderilmesine yardımcı olacak kesin yöntemlerin olmadığını ifade etmektedir. Yine Gujarati(2016:134), çoklu doğrusallığı düzeltici önlemlerin işe yarayıp yaramadığının tartışmalı olduğunu belirterek çoklu doğrusallığın tam olmaması durumunda en küçük kareler tahmincileri hala en iyi doğrusal sapmasız tahminciler olduğundan en iyi çözümün hiçbir şey yapmamak ve uyumu yapılan model sonuçlarının öylece sunulmak olduğunun sıkça önerildiğini belirtmektedir. Çoklu doğrusallık gösteren değişkenlerin dışlanması, araştırılması gereken ilgili değişkenlerin korunmasını garanti etmez ve bu durum yanlış regresyon katsayılarına yol açarak çoklu doğrusallıktan daha ciddi sorunlara neden olur(Kim, 2019:561). Allison (2012), değişkenlerin kuvvetlerinin modele eklenmesi durumunda yüksek korelasyon gösterebilir bile bunun endişe verici olmadığını çünkü bu durumda çoklu doğrusallığın olumsuz bir etkisinin söz konusu olmadığını belirtmektedir. Bu nedenlerle tahmin edilen modellerde çoklu doğrusallık sorunu ihmal edilmiştir.

Grafik 14’de ise Türkiye veri setindeki değişkenlerin logaritmik dönüşüm uygulandıktan sonraki zaman yolu grafikleri gösterilmektedir. Değişkenlerin zaman yolu grafikleri incelendiğinde, serilerin genel olarak trendli bir yapı sergilediği görülmekte ve bu durum serilerin durağan olmayabileceği hakkında ipucu vermektedir. Ayrıca seriler sıfırdan ziyade bir sabit etrafında dağıldığından hem sabit içermekte hem de genel olarak artan bir trende sahip olduğu görülmektedir.



**Grafik 14:** Türkiye Veri Setindeki Değişkenlerin Zaman Yolu Grafikleri

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

ARDL sınır testine geçmeden önce değişkenlerin durağanlık düzeyinin araştırılması gerekmektedir. Bu nedenle ADF ve PP birim kök testleri uygulanmıştır. Birim kök testlerinin; grafikleri incelenen serilerde bir trend yani uzun dönem eğilimi görülüyorsa trendli modellere göre, serinin başlangıç noktasının orijinden farklı olduğu görülüyorsa sabitli modellere göre yapılması uygun olacaktır(Çelik ve Bozkurt, 2024:37). Uygulamalarda genellikle sabitli ve sabitli-trendli modeller üzerinden birim kök testleri yapılmaktadır(Met ve Çağlar, 2023:110). Değişkenlerin zaman yolu grafikleri incelendiğinde serilerin sabitli ve trendli bir yapıya benzer bir görüntü sergilediği görüldüğünden analize konu değişkenlerin ADF ve PP birim kök testleri sabitli ve sabitli-trendli modeller üzerinden gerçekleştirilmiştir. Türkiye veri setinde yer alan değişkenlere uygulanan birim kök testi sonuçları Tablo 16 ve Tablo 17’de görülmektedir.



| Düzyey                       |                        | LnCo <sub>2</sub>         | LnEc                      | LnFdi                     | LnGdp                     | LnGdp <sup>2</sup>        | LnRnw                     | LnTrade                   |
|------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Sabitli</b>               | t-Statistic<br>(Prob.) | -2.5063<br>(0.1198)<br>-  | -2.2522<br>(0.1911)<br>-  | -1.5609<br>(0.4952)<br>-  | 0.1501<br>(0.9666)<br>-   | 0.6969<br>(0.9910)<br>-   | -1.3524<br>(0.5983)<br>-  | -1.5713<br>(0.4899)<br>-  |
| <b>Sabitli &amp; Trendli</b> | t-Statistic<br>(Prob.) | -2.5023<br>(0.3259)<br>-  | -3.4248<br>(0.0591)<br>*  | -3.7532<br>(0.0274)<br>** | -2.6276<br>(0.2703)<br>-  | -2.1540<br>(0.5043)<br>-  | -2.7484<br>(0.2225)<br>-  | -2.7860<br>(0.2089)<br>-  |
| <b>Birinci Fark</b>          |                        | LnCo <sub>2</sub>         | LnEc                      | LnFdi                     | LnGdp                     | LnGdp <sup>2</sup>        | LnRnw                     | LnTrade                   |
| <b>Sabitli</b>               | t-Statistic<br>(Prob.) | -6.5485<br>(0.000)<br>*** | -7.5508<br>(0.000)<br>*** | -10.845<br>(0.000)<br>*** | -7.6166<br>(0.000)<br>*** | -7.5537<br>(0.000)<br>*** | -8.9039<br>(0.000)<br>*** | -6.2502<br>(0.000)<br>*** |
| <b>Sabitli &amp; Trendli</b> | t-Statistic<br>(Prob.) | -7.5247<br>(0.000)<br>*** | -7.8381<br>(0.000)<br>*** | -10.761<br>(0.000)<br>*** | -7.7739<br>(0.000)<br>*** | -7.8472<br>(0.000)<br>*** | -9.1276<br>(0.000)<br>*** | -6.1329<br>(0.000)<br>*** |

**Tablo 16:** PP Birim Kök Testi Sonuçları

(\*)%10 anlamlılık düzeyi; (\*\*) %5 anlamlılık düzeyi; (\*\*\*)%1 anlamlılık düzeyi

-Gecikme sayısı Schwarz Information Criterion'a göre belirlenmiştir

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

| Düzyey                       |                        | LnCo <sub>2</sub>         | LnEc                      | LnFdi                      | LnGdp                     | LnGdp <sup>2</sup>        | LnRnw                     | LnTrade                   |
|------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| <b>Sabitli</b>               | t-Statistic<br>(Prob.) | -2.1889<br>(0.2127)<br>-  | -2.0380<br>(0.2702)<br>-  | -1.8221<br>(0.3660)<br>-   | 0.0465<br>(0.9583)<br>-   | 0.4149<br>(0.9818)<br>-   | -1.4577<br>(0.5469)<br>-  | -1.5621<br>(0.4945)<br>-  |
| <b>Sabitli &amp; Trendli</b> | t-Statistic<br>(Prob.) | -2.4187<br>(0.3661)<br>-  | -3.4204<br>(0.0597)<br>*  | -3.8800<br>(0.0200)<br>**  | -2.6276<br>(0.2703)<br>-  | -2.1540<br>(0.5043)<br>-  | -2.8373<br>(0.1911)<br>-  | -2.6181<br>(0.2744)<br>-  |
| <b>Birinci Fark</b>          |                        | LnCo <sub>2</sub>         | LnEc                      | LnFdi                      | LnGdp                     | LnGdp <sup>2</sup>        | LnRnw                     | LnTrade                   |
| <b>Sabitli</b>               | t-Statistic<br>(Prob.) | -6.5510<br>(0.000)<br>*** | -7.5445<br>(0.000)<br>*** | -10.2788<br>(0.000)<br>*** | -7.4962<br>(0.000)<br>*** | -7.4511<br>(0.000)<br>*** | -8.3944<br>(0.000)<br>*** | -6.1954<br>(0.000)<br>*** |
| <b>Sabitli &amp; Trendli</b> | t-Statistic<br>Prob.   | -6.7769<br>(0.000)<br>*** | -7.7728<br>(0.000)<br>*** | -10.1963<br>(0.000)<br>*** | -7.4575<br>(0.000)<br>*** | -7.4845<br>(0.000)<br>*** | -8.3896<br>(0.000)<br>*** | -6.1144<br>(0.000)<br>*** |

**Tablo 17:** ADF Birim Kök Testi Sonuçları

(\*)%10 anlamlılık düzeyi; (\*\*) %5 anlamlılık düzeyi; (\*\*\*)%1 anlamlılık düzeyi

-Gecikme sayısı Schwarz Information Criterion'a göre belirlenmiştir

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

PP ve ADF birim kök testi sonuçlarına göre yalnızca LnEc ve LnFdi değişkenleri sabitli&trendli model için düzey değerlerinde durağan bulunmuş (sırasıyla %10 ve %5 anlamlılık düzeyinde) diğer tüm değişkenler birinci farklarında durağanlaşmışlardır. Yapılan birim kök testleri sonucunda %1 anlamlılık düzeyinde PP ve ADF birim kök testleri dikkate alınmış ve serilerin I(1) olduğu yönünde karar verilmiştir. Değişkenlerin I(2) olmadığı anlaşıldıktan sonra değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin araştırılması için sınır testi aşamasına geçilmiştir. Sınır testi aşamasında farklı trend spesifikasyonları ve farklı maksimum gecikme sayıları ile çeşitli tahminler yapılmış, tanısallık testleri değerlendirilerek en uygun model araştırılmıştır. Türkiye veri seti için sabitli ve trendsiz (Case 3) model spesifikasyonu tercih edilmiş, maksimum gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir. AIC (Akaike Info Criterion)'e göre hesaplanan optimum gecikme uzunluklarına göre en uygun model ARDL(2,0,2,0,0,1,0) olarak belirlenmiştir. Bu noktada, analiz üç adımda yürütülecektir. Öncelikle, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığı belirlenecektir. Elde edilen sonuca göre ikinci ve üçüncü adıma geçilecektir. Bunlar sırasıyla, uzun dönem ve kısa dönem esnekliklerinin tahmin edilmesidir(Narayan ve Smyth, 2006:337).

F-Bounds ve t-Bounds testleri eşbütünleşmenin test edilmesi için kullanılmaktadır. F-Bounds testi, modelde bulunan değişkenlerin tamamının (bağımlı ve bağımsız değişkenler) gecikmeli değerlerini dikkate almaktadır. F-Bounds testinin  $H_0$  hipotezi katsayıların sıfıra eşit olduğu şeklinde, yani eşbütünleşmenin olmadığı şeklinde kurulurken, alternatif hipotezi ( $H_A$ ) ise katsayıların sıfıra eşit olmadığı şeklinde kurulmaktadır. Tahmin sonucunda ulaşılan F-Bounds test istatistik değerleri Narayan (2005)'in hesapladığı alt ve üst sınır kritik değerleriyle karşılaştırılır. Bu değer I(1) için belirtilen üst sınır kritik değerlerin üzerindeyse,  $H_0$  hipotezi reddedilerek eşbütünleşmenin olduğu sonucuna varılır. Eğer bu değer alt sınır kritik değerinin I(0) altındaysa, analiz edilen değişkenler arasında eşbütünleşmenin olmadığı sonucuna ulaşılır. Son olarak eğer bu değer alt ve üst sınır kritik değerleri arasındaysa,  $H_0$  hipotezi sonuçsuz kalır ve bu durumda test istatistiği kararsız bölgede kaldığından eşbütünleşme ilişkisinin varlığına ilişkin karar hata düzeltme katsayısına göre verilir. Hata düzeltme katsayısının istatistiksel olarak anlamlı olması (olasılık değerinin ("P" değeri) 0,05'ten küçük olması) ve negatif değer alması analiz edilen değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olduğu şeklinde değerlendirilecektir. Eşbütünleşme ilişkisinin test

edilmesine yönelik bir diğ er test olan t-bounds testi sadece bağımlı değışkenin gecikmeli değışini göz önünde bulundurmaktadır. Bu testin  $H_0$  hipotezi eşbütünleşmenin olmadığı şeklindedir. Yapılan hesaplama sonucunda ulaşılan test istatistik değışlerinin Pesaran vd. (2001) tarafından hesaplanan alt ve üst sınır kritik değışleriyle ( $I(0)$  ve  $I(1)$ ) karşılaştırılması sonucunda eşbütünleşme ilişkisinin varlığına karar verilecektir(Göksu ve Balkı, 2023:63). Türkiye veri seti için yapılan tahmin sonucunda elde edilen F-Bounds ve t-Bounds sınır test istatistikleri Tablo 18’de sunulmuştur.



|                                                                             |                                           |       |                          |       |                 |       |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|--------------------------|-------|-----------------|-------|
| f (LnCo <sub>2</sub> = LnEc,<br>LnFdi, LnGdp,<br>LnGdp2, LnRnw,<br>LnTrade) | ARDL(2,0,2,0,0,1,0)<br>k=2 n=51<br>Case 3 |       | Test İstatistiği         |       |                 |       |
|                                                                             |                                           |       | Hesaplanan F istatistiği |       | 34,74***        |       |
|                                                                             |                                           |       | Hesaplanan t istatistiği |       | -14,35***       |       |
| Anlamlılık Düzeyi                                                           | %1                                        |       | %5                       |       | %10             |       |
| Testler                                                                     | I(0)                                      | I(1)  | I(0)                     | I(1)  | I(0)            | I(1)  |
| F-Bounds Test                                                               | 3,65                                      | 5,33  | 2,72                     | 4,05  | 2,30            | 3,50  |
| t-Bounds Test                                                               | -3,43                                     | -4,99 | -2,86                    | -4,38 | -2,57           | -4,04 |
| Uzun Dönem Katsayıları                                                      | Katsayılar                                |       | t-istatistiği            |       | Olasılık(P)     |       |
| LnFdi                                                                       | 0,022962                                  |       | 3, 522481                |       | 0,0011          |       |
| LnGdp                                                                       | 3.869974                                  |       | 6.977990                 |       | 0,0000          |       |
| LnGdp2                                                                      | -0.192818                                 |       | -7.391734                |       | 0.0000          |       |
| LnRnw                                                                       | -0.067586                                 |       | -3.543054                |       | 0,0010          |       |
| LnTrade                                                                     | -0.008672                                 |       | -0.637049                |       | 0.5278          |       |
| LnEc                                                                        | 0.662642                                  |       | 6.645707                 |       | 0,0000          |       |
| Kısa Dönem Katsayıları                                                      | Katsayılar                                |       | t-istatistiği            |       | Olasılık(P)     |       |
| C                                                                           | -27.24207                                 |       | -16.73649                |       | 0,0000          |       |
| D(LnCo <sub>2</sub> (-1))                                                   | 0.135933                                  |       | 2.451786                 |       | 0.0188          |       |
| D(LnFdi)                                                                    | 0.001100                                  |       | 0.239648                 |       | 0,8119          |       |
| D(LnFdi(-1))                                                                | -0.018920                                 |       | -4.243747                |       | 0.0001          |       |
| D(LnRnw)                                                                    | -0.106421                                 |       | -7.519553                |       | 0,0000          |       |
| CointEq(-1)***                                                              | -1.141969                                 |       | -16.75301                |       | 0,0000          |       |
| t sınır testi -16,75                                                        |                                           |       | I(0) -3,43 (%1)          |       | I(1) -4,99 (%1) |       |
| Tanısal Testler                                                             |                                           |       | Test Değeri              |       | Olasılık(P)     |       |
| Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test                                  |                                           |       | 0,005139                 |       | 0,9949          |       |
| Breusch-Pagan-Godfrey Heteroskedasticity Test                               |                                           |       | 1,414471                 |       | 0,2053          |       |
| Jarque-Bera Normality Test                                                  |                                           |       | 2,164462                 |       | 0,3388          |       |
| Ramsey Reset Test                                                           |                                           |       | 0.063262                 |       | 0,8028          |       |
| Cusum&Cusum <sup>2</sup> Test                                               |                                           |       | İstikrarlı               |       | İstikrarlı      |       |

**Tablo 18:** Türkiye İçin Sınır Testi, Uzun ve Kısa Dönem Katsayıları, Tanısal Testler

(\*\*\*)%1 anlamlılık düzeyini, “k” maksimum gecikme sayısını, “n” gözlem sayısını belirtir.

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

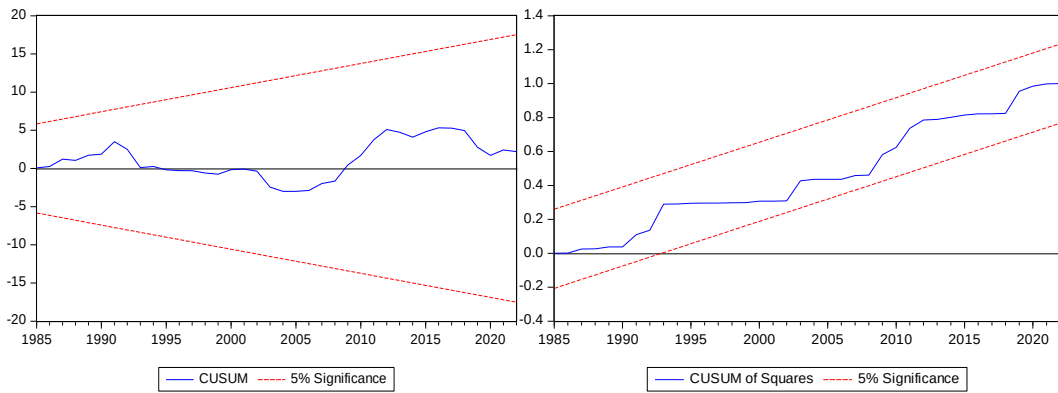
Tablo 18’de görüldüğü üzere F-Bounds test değeri 34,74 olarak hesaplanmıştır. Çalışmanın gözlem sayısı 53’dür. Maksimum gecikme uzunluğu 2 olarak belirlenmiştir.

Dolayısıyla maksimum gecikme sayısının gözlem sayısı olan 53'den düşülmesiyle tahmin edilen modelin gözlem sayısı 51 olarak belirlenmiştir. F-Bounds test değerinin değerlendirmesinin 50 veya 55 gözlem değeri için hesaplanan değere göre yapılması daha uygun olacaktır. 51 gözlem değeri 50'ye daha yakın olduğundan 34,74 olarak hesaplanan F-Bounds test değeri 50 gözlem için hesaplanan alt ve üst sınır değerleri ile karşılaştırılmalıdır(Göksu ve Balkı, 2023:65). 50 gözlem için alt  $I(0)$  ve üst  $I(1)$  sınır değerleri %1 anlamlılık düzeyinde sırasıyla 3,65 ve 5,33 olarak belirlendiğinden ve hesaplanan 34,74 F-Bounds değeri bu değerlerden büyük olduğundan tahmin edilen model %1 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşiktir. Benzer şekilde, t-Bounds test değeri olarak hesaplanan -14,35 değeri alt  $I(0)$  ve üst  $I(1)$  sınır değerleri olan sırasıyla - 3,43 ve -4,99 değerinden mutlak değer olarak büyük olduğundan değişkenlerin %1 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşik olduğu ifade edilebilir. Uzun dönem katsayılarına bakıldığında LnEc, LnFdi, LnGdp, LnGdp2 ve LnRnw değişkenleri istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı bulunmuştur. LnTrade değişkeni ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Uzun dönem katsayılarına göre LnEc, LnFdi ve LnGdp değişkeni LnCo<sub>2</sub> değişkenini pozitif yönde etkilerken LnGdp2, LnRnw ve LnTrade değişkenleri LnCo<sub>2</sub> değişkenini negatif yönde etkilemektedir. Ancak daha önce de belirttiğimiz gibi LnTrade değişkeni istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan katsayıları yorumlamak gerekirse; enerji tüketiminde %1'lik artış ise kişi başına CO<sub>2</sub> salımını % 0,66 oranında artırmaktadır. DYY girişlerinde %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %0,022 oranında artırırken, kişi başına GSYİH'de %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını % 3,86 oranında artırmaktadır. Kişi başına GSYİH'nin karesindeki %1'lik artış ise kişi başına CO<sub>2</sub> salımını % 0,19 oranında azaltırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimindeki %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını yaklaşık %0,067 oranında azaltmaktadır. Ayrıca modelde ekonomik büyümenin göstergesi olarak kullanılan kişi başına gelir değişkenin (LnGdp) pozitif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı olması, kişi başına gelirin karesi alınarak oluşturulan LnGdp2 değişkeninin ise negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı olması Türkiye örneğinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmektedir(Utkulu ve Türköz, 2019:18).

Kısa dönem katsayılarına göre hata düzeltme katsayısı olan CointEq(-1) katsayısı -1,14 olarak hesaplanmıştır. Bu katsayı %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu değer negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması eşbütünleşmenin mevcut olduğu

hakkında bir diğer kanıt olarak değerlendirilmektedir(Çetin ve Saygın, 2019:539-540). Eğer bu değer negatif ve mutlak değer olarak “1” den büyük bir değer alırsa bu durum dengesiz bir yakınsamanın söz konusu olacağı şeklinde yorumlanır(Göksu, 2023:232). Bu değer -1 ile -2 arasında bir değer alması aynı zamanda uzun dönem denge değerlerine yakın dalgalanmalar sonucunda hata düzeltme işleminin takip eden bir periyottan önce sağlandığı anlamına gelmektedir(Arı, 2022:199-200). Bu değere ait test istatistiğinin (-16,75) %1 anlamlılık düzeyinde kritik değerlerden  $I(0)$ :-3,43,  $I(1)$ :-4,99 mutlak değer olarak büyük olması hata düzeltme katsayısının anlamlı olduğu anlamına gelmektedir (Bakkal, 2022:378). Ayrıca sabit terim (c) negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kısa dönemde, DYY’nin düzey değeri pozitif işaretli ancak istatistiksel olarak anlamsız, DYY’nin bir gecikmeli hali ise negatif işaretli ve %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kısa dönemde DYY, CO<sub>2</sub> salımını azaltmaktadır. Buna göre Türkiye’de, kısa dönemde KCH geçerli değildir. Son olarak, kısa dönemde yenilenebilir enerji tüketimi düzey değerinde ve %1 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını azaltmaktadır.

Tahmin edilen ARDL modelleri için uygun gecikme sayılarının belirlenmesinin yanında, modellerde serisel korelasyon, değişen varyans, spesifikasyon hatası ve normallik sorunlarının da olmaması ve parametre tahminlerinin istikrarlı olması gerekmektedir(Mert ve Çağlar, 2023:306). Tahmin edilen model belirtilen tanısal testler açısından değerlendirildiğinde, Tablo 18’de gösterildiği üzere modelde otokorelasyon, değişen varyans ve model kurma hatası bulunmamaktadır. Ayrıca tahmin edilen modelin hata terimlerinin normal dağıldığı ve Grafik 15’de görüldüğü üzere CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> testlerine göre modelin istikrarlı olduğu rahatlıkla söylenebilir.



**Grafik 15:** Türkiye İçin Tahmin Edilen Modelin CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> Testleri

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye örneğinde model tahmini gerçekleştirildikten sonra CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişki Çin örneğinde incelenmiştir. Bunun için 1979-2022 yılları arasındaki dönem verileri kullanılmıştır. Model kapsamında kullanılan verilere dair tanımlayıcı istatistikler Tablo 19’de gösterilmektedir.

|              | LnCo <sub>2</sub> | LnEc     | LnFdi     | LnGdp    | LnGdp2   | LnRnw    | LnTrade   |
|--------------|-------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|
| Mean         | 1.267101          | 9.379718 | 0.244340  | 8.628207 | 74.94731 | 6.617743 | 3.465042  |
| Median       | 1.062987          | 9.152310 | 0.878037  | 8.488989 | 72.06367 | 6.371931 | 3.578783  |
| Maximum      | 2.082628          | 10.38247 | 1.789622  | 9.864652 | 97.31136 | 8.512840 | 4.166338  |
| Minimum      | 0.391948          | 8.397300 | -10.40317 | 7.527794 | 56.66768 | 4.999103 | 2.405735  |
| Std. Dev.    | 0.574378          | 0.637656 | 2.036821  | 0.716247 | 12.48085 | 1.035903 | 0.469139  |
| Skewness     | 0.085987          | 0.127261 | -3.582220 | 0.223527 | 0.313184 | 0.356672 | -0.583125 |
| Kurtosis     | 1.512279          | 1.516593 | 18.38113  | 1.789920 | 1.821800 | 1.825973 | 2.451695  |
| Jarque-Bera  | 4.111962          | 4.153007 | 527.8318  | 3.050945 | 3.264234 | 3.459862 | 3.044757  |
| Probability  | 0.127967          | 0.125368 | 0.000000  | 0.217518 | 0.195515 | 0.177297 | 0.218192  |
| Sum          | 55.75244          | 412.7076 | 10.75094  | 379.6411 | 3297.682 | 291.1807 | 152.4619  |
| Sum Sq. Dev. | 14.18614          | 17.48403 | 178.3914  | 22.05943 | 6698.176 | 46.14309 | 9.463911  |
| Observations | 44                | 44       | 44        | 44       | 44       | 44       | 44        |

**Tablo 19:** Çin Veri Seti İçin Tanımlayıcı İstatistikler

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 20’de ise Çin veri seti için düzenlenmiş korelasyon matrisi gösterilmektedir. Korelasyon matrisine göre bazı değişkenler arasında yüksek korelasyon dikkat çekmektedir. Ancak daha önce de belirttiğimiz gibi bu çalışma kapsamında tahmin edilen modellerde çoklu doğrusallık sorunu ihmal edilmiştir.

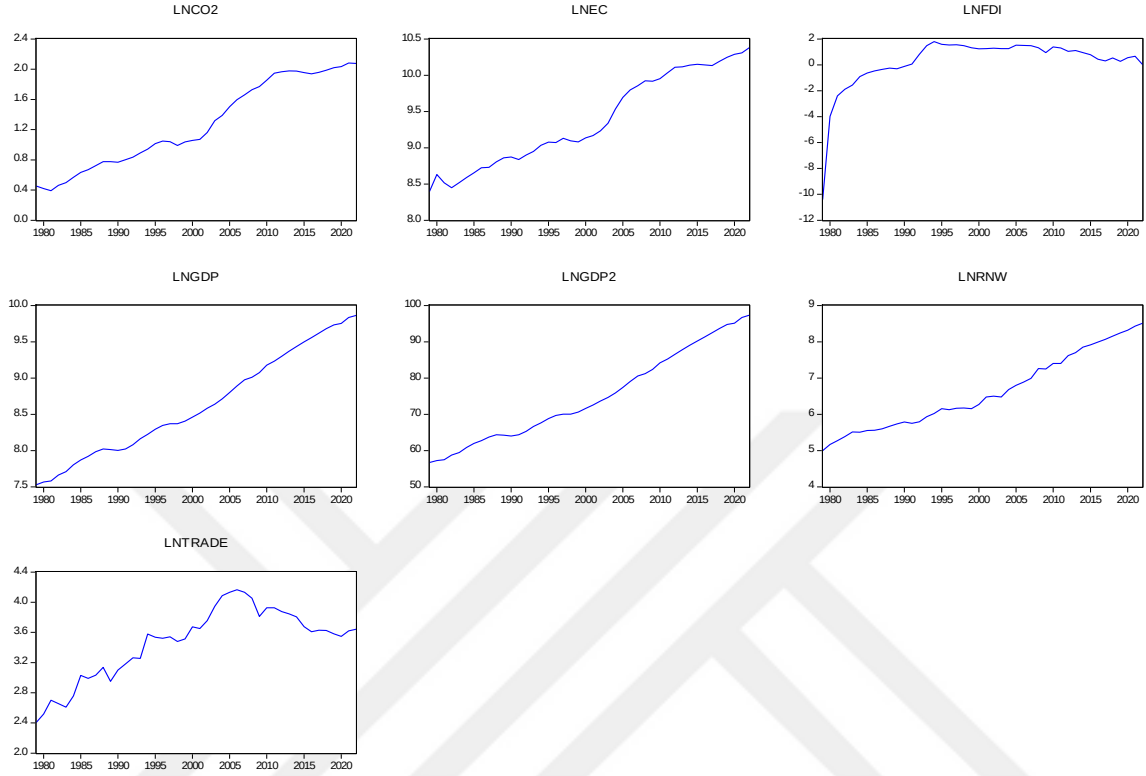
| Korelasyon | LnCo2    | LnEc     | LnFdi    | LnGdp    | LnGdp2   | LnRnw    | LnTrade  |
|------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| LnCo2      | 1.000000 |          |          |          |          |          |          |
| LnEc       | 0.996294 | 1.000000 |          |          |          |          |          |
| LnFdi      | 0.471405 | 0.463731 | 1.000000 |          |          |          |          |
| LnGdp      | 0.987462 | 0.988339 | 0.462076 | 1.000000 |          |          |          |
| LnGdp2     | 0.984209 | 0.986171 | 0.438231 | 0.999389 | 1.000000 |          |          |
| LnRnw      | 0.980707 | 0.984290 | 0.435529 | 0.996724 | 0.998055 | 1.000000 |          |
| LnTrade    | 0.783608 | 0.771853 | 0.742513 | 0.734245 | 0.711826 | 0.696323 | 1.000000 |

**Tablo 20:** Çin Veri Seti İçin Düzenlenen Korelasyon Matrisi

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

ARDL sınır testine geçmeden önce değişkenlerin durağanlık düzeyinin araştırılması gerekmektedir. Grafik 16’da ise Çin veri setinde bulunan değişkenlerin zaman yolu grafikleri gösterilmektedir. Değişkenlerin zaman yolu grafikleri incelendiğinde serilerin

sabitli ve genel olarak trendli bir yapı sergilediği görüldüğünden analize konu değişkenlerin ADF ve PP birim kök testleri sabitli ve sabitli-trendli modeller üzerinden gerçekleştirilmiştir.



**Grafik 16:** Çin Veri Setindeki Değişkenlerin Zaman Yolu Grafikleri

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Daha öncede belirtildiği gibi ARDL modeli için değişkenlerin  $I(2)$  olmaması gerekmektedir. Bu kapsamda, Çin veri setinde yer alan değişkenlere uygulanan birim kök testi sonuçları Tablo 21 ve Tablo 22’de görülmektedir.



| Düzyey            |                        | LnCo <sub>2</sub>          | LnEc                       | LnFdi                       | LnGdp                      | LnGdp <sup>2</sup>         | LnRnw                      | LnTrade                    |
|-------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Sabitli           | t-Statistic<br>(Prob.) | -0.3763<br>(0.9041)<br>-   | -0.2688<br>(0.9211)<br>-   | -9.2585<br>(0.0000)<br>-    | 0.9355<br>(0.9951)<br>-    | 1.7947<br>(0.9996)<br>-    | 1.0459<br>(0.9964)<br>-    | -2.5777<br>(0.1053)<br>-   |
| Sabitli & Trendli | t-Statistic<br>Prob.   | -1.9664<br>(0.6026)<br>-   | -1.9625<br>(0.6046)<br>-   | -8.1404<br>(0.000)<br>***   | -1.5452<br>(0.7978)<br>-   | -1.2962<br>(0.8756)<br>-   | -1.0336<br>(0.9283)<br>-   | -1.1689<br>(0.9043)<br>-   |
| Birinci Fark      |                        | LnCo <sub>2</sub>          | LnEc                       | LnFdi                       | LnGdp                      | LnGdp <sup>2</sup>         | LnRnw                      | LnTrade                    |
| Sabitli           | t-Statistic<br>(Prob.) | -3.8219<br>(0.0055)<br>*** | -6.1011<br>(0.0000)<br>*** | -17.8468<br>(0.0000)<br>*** | -4.0713<br>(0.0028)<br>*** | -3.9083<br>(0.0043)<br>*** | -7.1997<br>(0.0000)<br>*** | -6.1173<br>(0.0000)<br>*** |
| Sabitli & Trendli | t-Statistic<br>Prob.   | -3.7384<br>(0.0305)<br>**  | -6.0920<br>(0.0000)<br>*** | -21.3899<br>(0.0000)<br>*** | -4.0553<br>(0.0142)<br>**  | -4.1639<br>(0.0108)<br>**  | -7.7112<br>(0.0000)<br>*** | -6.6963<br>(0.0000)<br>*** |

**Tablo 21: PP Birim Kök Testi Sonuçları**

(\*)%10 anlamlılık düzeyi; (\*\*) %5 anlamlılık düzeyi; (\*\*\*)%1 anlamlılık düzeyi

-Gecikme sayısı Schwarz İnförmatıon Criterıon'a göre belırlenmıştır

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

| Düzey             |                        | LnCo <sub>2</sub>          | LnEc                       | LnFdi                       | LnGdp                      | LnGdp <sup>2</sup>         | LnRnw                      | LnTrade                    |
|-------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Sabitli           | t-Statistic<br>(Prob.) | -1.0583<br>(0.7232)<br>-   | 0.5107<br>(0.9852)<br>-    | -13.1717<br>(0.0000)<br>*** | 0.4291<br>(0.9819)<br>-    | 1.0439<br>(0.9964)<br>-    | 0.8457<br>(0.9937)<br>-    | -2.5475<br>(0.1118)<br>-   |
| Sabitli & Trendli | t-Statistic<br>Prob.   | -3.4026<br>(0.0673)<br>*   | -3.0109<br>(0.1414)<br>-   | -11.4576<br>(0.0000)<br>*** | -1.7705<br>(0.7011)<br>-   | -1.4691<br>(0.8245)<br>-   | -1.1405<br>(0.9099)<br>-   | -1.1889<br>(0.9002)<br>-   |
| Birinci Fark      |                        | LnCo <sub>2</sub>          | LnEc                       | LnFdi                       | LnGdp                      | LnGdp <sup>2</sup>         | LnRnw                      | LnTrade                    |
| Sabitli           | t-Statistic<br>(Prob.) | -3.7775<br>(0.0062)<br>*** | -6.0852<br>(0.0000)<br>*** | -18.5649<br>(0.0001)<br>*** | -4.0713<br>(0.0028)<br>*** | -3.9540<br>(0.0038)<br>*** | -7.2145<br>(0.0000)<br>*** | -6.1086<br>(0.0000)<br>*** |
| Sabitli & Trendli | t-Statistic<br>Prob.   | -3.7235<br>(0.0316)<br>**  | -6.0871<br>(0.0000)<br>*** | -19.5484<br>(0.0000)<br>*** | -4.0657<br>(0.0138)<br>**  | -4.1639<br>(0.0108)<br>**  | -7.5176<br>(0.0000)<br>*** | -6.6963<br>(0.0000)<br>*** |

**Tablo 22: ADF Birim Kök Testi Sonuçları**

(\*)%10 anlamlılık düzeyi; (\*\*) %5 anlamlılık düzeyi; (\*\*\*)%1 anlamlılık düzeyi

-Gecikme sayısı Schwarz İnförmatıon Criterıon'a göre belırlenmıştır

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Bırm kök testlerı yapılmadan önce tüm verı setıne logarıtmık dönüşüm yapıldığı daha önce belırtılmıştı. Çin verı setınde bulunan kışı başına enerđı tüketımı (Ec) değışkenıne aıt verı serısının artan trendının belırlı bır seviyeden sonra artarak artan bır yapı sergılemesı serının bırcı farkında durağanlaşmasına engel olmuş gıbidır. Kaldı kı, durağanlık test sonuçları da “LnEc” serısının ilk etapta durağan olmadığını göstermıştır. Bu nedenle, logarıtmık dönüşüm öncesinde seri bır düzeltme (smoothing) işlemıne tabı tutulmuştur. Bunun için üstel düzeltme yöntemi (exponential smoothing method) uygulanmıştır. Üstel düzeltme yöntemi esasında bır tahmın yöntemi olmakla bırlıkte; basıt üstel düzeltme yöntemi zaman serısı verılerındeki dalgalanmaları azaltmak için de kullanılan, kullanışlı ve kabul görmüş bır düzeltme tekniğıdır(Yağımlı ve Ergın, 2017:120). Yalnızca enerđı tüketımı (Ec) için yapılan düzeltme işlemı sonrasında serılerin tamamı logarıtmık olarak dönüştürölerek bırm kök testıne tabı tutulmuştur. Yapılan bırm kök testı sonuçlarına göre yalnızca “Fdı” değışkenı PP bırm kök testı sonuçlarına

göre %1 anlamlılık düzeyinde sabitli ve trendli modelde düzeyde durağan bulunmuş, ADF birim kök testi sonuçlarına göre ise hem sabitli hem de sabitli ve trendli modelde %1 anlamlılık düzeyinde düzeyde durağan bulunmuştur. LnCo<sub>2</sub> değişkeni ise ADF birim kök testi sonuçlarına göre sabitli ve trendli modelde %10 anlamlılık düzeyinde düzeyde durağan bulunmuştur. Diğer değişkenlerin tamamı hem PP birim kök testine göre hem de ADF birim kök testine göre birinci farklarında durağanlaşmışlardır. Sonuç olarak, yapılan birim kök testlerine göre değişkenlerin I(2) olmadığına karar verilerek değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin araştırılması için sınır testi aşamasına geçilmiştir. Sınır testi aşamasında farklı trend spesifikasyonları ve farklı maksimum gecikme sayıları ile çeşitli tahminler yapılmış, tanısal testler değerlendirilerek en uygun model araştırılmıştır. Çin veri seti için sabitli ve trendsiz (Case 3) model spesifikasyonu tercih edilmiştir. AIC (Akaike Info Criterion) bilgi kriterine göre optimum gecikme uzunluğunun belirlenmesi için hesaplanan alternatif modeller içerisinde en uygun model ARDL(4,4,4,0,2,4,4) olarak belirlenmiştir. Çin veri seti için yapılan tahmin sonucunda elde edilen F-Bounds ve t-Bounds sınır test istatistikleri Tablo 23’de sunulmuştur.

| f (LnCo <sub>2</sub> = LnEc,<br>LnFdi, LnGdp,<br>LnGdp2, LnRnw,<br>LnTrade) | ARDL(4,4,4,0,2,4,4)<br>k=4 n=40<br>Case 3 |       | Test İstatistiği         |       |             |       |
|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|--------------------------|-------|-------------|-------|
|                                                                             |                                           |       | Hesaplanan F istatistiği |       | 6,32***     |       |
|                                                                             |                                           |       | Hesaplanan t istatistiği |       | -4,98**     |       |
| Anlamlılık<br>Düzeyi                                                        | %1                                        |       | %5                       |       | %10         |       |
| Testler                                                                     | I(0)                                      | I(1)  | I(0)                     | I(1)  | I(0)        | I(1)  |
| F-Bounds Test                                                               | 3,80                                      | 5,64  | 2,79                     | 4,21  | 2,35        | 3,59  |
| t-Bounds Test                                                               | -3,43                                     | -4,99 | -2,86                    | -4,38 | -2,57       | -4,04 |
| Uzun Dönem<br>Katsayıları                                                   | Katsayılar                                |       | t-istatistiği            |       | Olasılık(P) |       |
| LnFdi                                                                       | -0,031169                                 |       | -2,835065                |       | 0,0162      |       |
| LnGdp                                                                       | 6,279275                                  |       | 6,274067                 |       | 0,0001      |       |
| LnGdp2                                                                      | -0,303625                                 |       | -4,750320                |       | 0,0006      |       |
| LnRnw                                                                       | -0,657184                                 |       | -2,999658                |       | 0,0121      |       |
| LnTrade                                                                     | -0,402474                                 |       | -8,024663                |       | 0,0000      |       |
| LnEc                                                                        | 1,191215                                  |       | 13,46300                 |       | 0,0000      |       |

| Kısa Dönem Katsayıları                        | Katsayılar | t-istatistiği      | Olasılık(P)        |
|-----------------------------------------------|------------|--------------------|--------------------|
| C                                             | -49.32477  | -8.275402          | 0.0000             |
| D(LnCo2(-1))                                  | 0.383054   | 2.679574           | 0.0214             |
| D(LnCo2(-2))                                  | 0.772570   | 4.998113           | 0.0004             |
| D(LnCo2(-3))                                  | 0.651285   | 3.927368           | 0.0024             |
| D(LnEc)                                       | 0.575634   | 4.603573           | 0.0008             |
| D(LnEc(-1))                                   | -1.026074  | -6.012239          | 0.0001             |
| D(LnEc(-2))                                   | -0.793788  | -5.380955          | 0.0002             |
| D(LnEc(-3))                                   | -0.285611  | -2.836455          | 0.0162             |
| D(LnFdi)                                      | -0.016372  | -1.274238          | 0.2288             |
| D(LnFdi(-1))                                  | 0.036101   | 2.418159           | 0.0341             |
| D(LnFdi(-2))                                  | -0.002179  | -0.153620          | 0.8807             |
| D(LnFdi(-3))                                  | 0.023239   | 3.639788           | 0.0039             |
| D(LnGdp2)                                     | -0.451644  | -7.707068          | 0.0000             |
| D(LnGdp2(-1))                                 | -0.047273  | -4.438410          | 0.0010             |
| D(LnRnw)                                      | -0.397635  | -6.519165          | 0.0000             |
| D(LnRnw(-1))                                  | 0.420325   | 6.414430           | 0.0000             |
| D(LnRnw(-2))                                  | 0.470613   | 6.740020           | 0.0000             |
| D(LnRnw(-3))                                  | 0.239980   | 3.216170           | 0.0082             |
| D(LnTrade)                                    | 0.101728   | 2.331119           | 0.0398             |
| D(LnTrade(-1))                                | 0.576626   | 8.003971           | 0.0000             |
| D(LnTrade(-2))                                | 0.308305   | 5.688507           | 0.0001             |
| D(LnTrade(-3))                                | 0.075188   | 2.267167           | 0.0445             |
| CointEq(-1)***                                | -1.384912  | -8.273712          | 0.0000             |
| <b>t sınır testi</b> -8,27                    |            | I(0) -3,43 (%1)    | I(1) -4,99 (%1)    |
| <b>Tanısal Testler</b>                        |            | <b>Test Değeri</b> | <b>Olasılık(P)</b> |
| Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test    |            | 23,88705           | 0,0003             |
| Breusch-Pagan-Godfrey Heteroskedasticity Test |            | 1,492995           | 0,2458             |
| Jarque-Bera Normality Test                    |            | 1,291159           | 0,5243             |
| Ramsey Reset Test                             |            | 0.001078           | 0,9745             |
| Cusum&Cusum <sup>2</sup> Test                 |            | İstikrarlı         | İstikrarlı         |

**Tablo 23:** Çin İçin Sınır Testi, Uzun ve Kısa Dönem Katsayıları, Tanısal Testler

(\*\*\*)%1 anlamlılık düzeyini, (\*\*) %5 anlamlılık düzeyini, “k” maksimum gecikme sayısını, “n” gözlem sayısını belirtir.

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

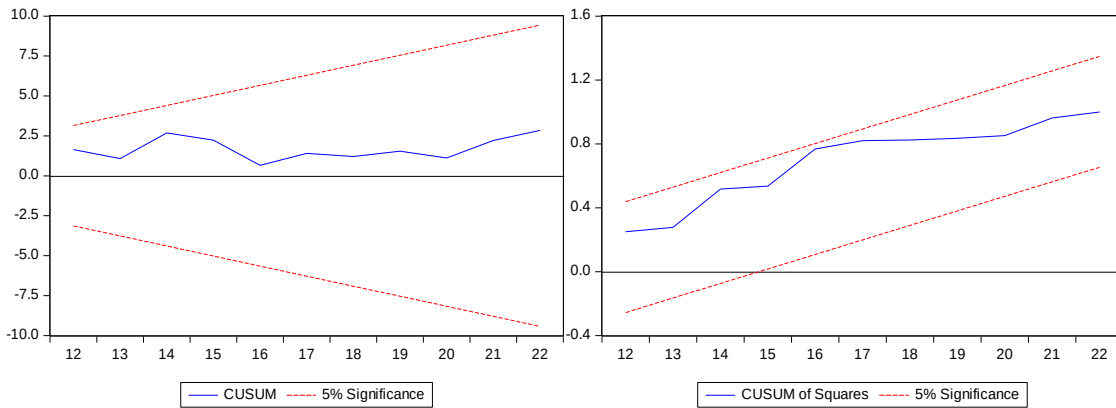
Tablo 23’de görüldüğü üzere F-Bounds test değeri 6,32 olarak hesaplanmıştır. Çin veri setindeki gözlem sayısı 44’dür. Maksimum gecikme uzunluğu 4 olarak belirlenmiştir. Dolayısıyla maksimum gecikme sayısının gözlem sayısı olan 44’den düşülmesiyle tahmin edilen modelin gözlem sayısı 40 olarak belirlenmiştir. Bu nedenle, F-Bounds test değerinin değerlendirmesinin 40 gözlem değeri için hesaplanan değere göre yapılması

daha uygun olacaktır. Gerçek gözlem değeri 40 olarak belirlendiğinden 6,32 olarak hesaplanan F-Bounds test değeri 40 gözlem için hesaplanan alt ve üst sınır değerleri ile karşılaştırılmıştır. 40 gözlem için alt  $I(0)$  ve üst  $I(1)$  sınır değerleri %1 anlamlılık düzeyinde sırasıyla 3,8 ve 5,64 olarak belirlendiğinden ve hesaplanan 6,32 F-Bounds değeri bu değerlerden büyük olduğundan tahmin edilen model %1 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşiktir. Benzer şekilde, t-Bounds test değeri olarak hesaplanan -4,98 değeri alt  $I(0)$  ve üst  $I(1)$  sınır değerleri olan sırasıyla -2,86 ve -4,38 değerinden mutlak değer olarak büyük olduğundan değişkenlerin %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşik olduğu ifade edilebilir. Uzun dönem katsayılarına baktığımızda  $\ln Ec$ ,  $\ln Fdi$ ,  $\ln Gdp$ ,  $\ln Gdp^2$ ,  $\ln Rnw$  ve  $\ln Trade$  değişkenleri istatistiksel olarak sırasıyla %1, %5, %1, %1, %5, %1 anlamlılık düzeylerinde anlamlı bulunmuştur. Uzun dönem katsayılarına göre  $\ln Ec$  ve  $\ln Gdp$  değişkeni  $\ln CO_2$  değişkenini pozitif yönde etkilerken  $\ln Fdi$ ,  $\ln Gdp^2$ ,  $\ln Rnw$  ve  $\ln Trade$  değişkenleri  $\ln CO_2$  değişkenini negatif yönde etkilemektedir. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan katsayıları yorumlamak gerekirse; enerji tüketiminde %1’lik artış kişi başına  $CO_2$  salımını % 1,19 oranında artırırken kişi başına GSYİH’deki %1’lik artış ise kişi başına  $CO_2$  salımını % 6,27 oranında artırmaktadır. DYY girişlerinde %1’lik artış kişi başına  $CO_2$  salımını %0,031 oranında azaltırken, kişi başına GSYİH’nin karesinde %1’lik artış kişi başına  $CO_2$  salımını % 0,303 oranında azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimindeki %1’lik artış kişi başına  $CO_2$  salımını yaklaşık %0,657 oranında azaltmaktadır. Ticari dışa açıklıktaki %1’lik artış kişi başına  $CO_2$  salımını %0,40 oranında azaltmaktadır. Ayrıca modelde ekonomik büyümenin göstergesi olarak kullanılan kişi başına gelir değişkeninin ( $\ln Gdp$ ) pozitif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı olması, kişi başına gelirin karesi alınarak oluşturulan  $\ln Gdp^2$  değişkeninin ise negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı olması Çin örneğinde ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmektedir.

Kısa dönem katsayılarına göre hata düzeltme katsayısı olan  $CointEq(-1)$  katsayısı -1,38 olarak hesaplanmıştır. Bu katsayı %1 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu değer negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması eşbütünleşmenin mevcut olduğu hakkında bir diğer kanıt olarak değerlendirilmekle birlikte negatif ve mutlak değer olarak “1”den büyük bir değer alması dengesiz bir yakınsamanın söz konusu olacağı şeklinde yorumlanmaktadır. Bu değere ait test istatistiğinin (-8,27) %1 anlamlılık düzeyinde alt ve üst sınır kritik değerlerinden ( $I(0)$ :-3,43,  $I(1)$ :-4,99) mutlak değer olarak büyük

olduğundan hata düzeltme katsayısının anlamlı olduğunu ifade etmek mümkündür. Bununla birlikte sabit terim (c), negatif işaretli ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Ayrıca, kısa dönem katsayılarına göre enerji tüketiminin düzey değeri kısa dönemde %1 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını artırırken, bir, iki ve üç gecikmeli hali sırasıyla %1, %1 ve %5 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını azaltmaktadır. Dışa açıklığın göstergelerinden birisi olan DYY'nin düzey değeri ve iki gecikmeli hali negatif işaretli ancak istatistiksel olarak anlamsızdır. Ancak, bir gecikmeli ve üç gecikmeli hali sırasıyla %5 ve %1 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını artırmaktadır. Ticari dışa açıklığın düzey değeri ile bir, iki ve üç gecikmeli hali sırasıyla, %5, %1, %1 ve %5 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını artırmaktadır. Bu sonuçlara göre dışa açıklığın her iki göstergesine göre de kısa dönemde Çin'de KCH geçerlidir. Kısa dönemde yenilenebilir enerji ise düzey değerinde %1 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını azaltırken, bir, iki ve üç gecikmeli hali %1 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını artırmaktadır. Yine, GSYİH'nin karesi değişkeninin düzey değeri ile bir gecikmeli hali %1 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını azaltmaktadır.

Tahmin edilen modelin tanısal testleri Tablo 23'de gösterilmektedir. Tablo 23'de görüldüğü üzere tahmin edilen modelde otokorelasyon sorunuyla karşılaşıldığından Newey-West standart hataları ile dirençli standart hatalar elde edilerek tahminler gerçekleştirilmiştir. Bu yöntemle düzeltilen standart hatalar HAC (değişen varyans ve otokorelasyon tutarlı) standart hatalar olarak adlandırılmaktadır (Gujarati, 2016:180-181). Bununla birlikte, tahmin edilen modelde değişen varyans ve model kurma hatası bulunmamaktadır. Ayrıca modelin hata terimlerinin normal dağıldığı ve Grafik 17'de görüldüğü üzere CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> testlerine göre istikrarlı olduğunu söylemek mümkündür.



**Grafik 17: Çin için Tahmin Edilen Modelin CUSUM ve CUSUM<sup>2</sup> Testleri**

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

### 6.3. Nedensellik Testi Uygulaması

Nedensellik analizinde literatürde en çok kullanılan yöntemlerden birisi Granger nedensellik analizidir. Granger (1969) iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisini olayların oluş sırasına göre belirler. Bir olayın önce gerçekleşmesi sonraki olayın nedeni olabilir ancak tersi mümkün değildir. Bu analiz, değişkenlerin gecikmeli değerlerinin modele eklenmesini gerektirir ve bu model bir VAR (Vector Autoregression) modeli haline gelir. Modelde bağımlı değişken kendi gecikmeli değerlerinden etkilenmektedir. Yeni bir açıklayıcı değişkenin gecikmeli değerleri bağımlı değişkenin cari değerini daha doğru öngörüyorsa, “bu değişken bağımlı değişkenin Granger nedenidir” şeklinde yorumlanır. Granger nedensellik testinde Wald (F) testi kullanılarak hipotezler test edilir. Hipotezlerin reddedilmesi, nedensellik ilişkisinin varlığını gösterir. Testin ilk aşaması, değişkenlerin durağanlığını test etmektir. Genellikle değişkenler seviyelerinde durağan değildir ancak farkları alındığında durağan hale gelirler. Değişkenler seviyelerinde durağan olmadığında Wald testi geçerliliğini yitirir. Toda ve Yamamoto (1995) ise bu durumda bile Granger nedensellik testinin uygulanabilmesi için bir prosedür geliştirmiştir (Yıldız ve Yıldırım, 2018:279-280). Toda-Yamamoto yaklaşımında, serilerin durağan ya da eşbütünleşik olup olmamasına bakılmaksızın nedensellik testi uygulanabilmektedir. Bu sayede, ön test sapmaları azaltılabilmektedir (Tarı, 2018:444). Toda-Yamamoto testinin uygulanması için VAR (p+dmax) modelinin tahmin edilmesi gerekmektedir. Burada; “dmax” serilerin maksimum bütünleşme derecesini ifade etmek üzere, VAR (p+dmax) modeli aşağıdaki şekilde gösterilmektedir (Gülmez, 2015:149-150):

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{p+dmax} \alpha_{1(i+d)} Y_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+dmax} \alpha_{2(i+d)} X_{t-(i+d)} + \epsilon_{1t} \quad (6)$$

$$X_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{p+dmax} \beta_{1(i+d)} Y_{t-(i+d)} + \sum_{i=1}^{p+dmax} \beta_{2(i+d)} X_{t-(i+d)} + \epsilon_{2t} \quad (7)$$

Birinci modelde temel hipotez X değişkeninin Y değişkeninin Granger nedeni olmadığını ifade ederken alternatif hipotez X’ in Y’nin Granger nedeni olduğunu gösterir. İkinci model için de aynı analiz yapılır. Bu hipotezler, “p” serbestlik dereceli “ $\chi^2$ ” dağılımına uygun olan Wald testi ile test edilirler. Burada maksimum bütünleşme derecesi (dmax) sınamaya dahil edilmez. Türkiye ve Çin ülke örnekleri üzerinde Toda-Yamamoto nedensellik testleri Eviews 10 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir. Gerek Türkiye örneğinde, gerekse Çin örneğinde maksimum bütünleşme derecesi I(1) olduğundan Schwartz bilgi

kriterine göre belirlenen gecikme sayılarına(p) maksimum bütünleşme dereceleri (dmax) eklenerek (p+dmax) dereceden gecikmeler dışsal değişkenler olarak modele dahil edilmiştir. Böylece VAR modelinde geleneksel Wald testi ilk p sayıda gecikme için uygulanacaktır(Mert ve Çağlar, 2023:408-409). Yukarıda belirtilen hipotezler Wald testi ile test edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 24’de gösterilmektedir.

| Türkiye                     |                    |                      |          |                          |
|-----------------------------|--------------------|----------------------|----------|--------------------------|
| Nedenselliğin Yönü          | p+d <sub>max</sub> | $\chi^2$ İstatistiği | P-değeri | Sonuç                    |
| LnFdi → LnCo <sub>2</sub>   | 2+1=3              | 31,68                | 0,0000   | Nedensellik*<br>vardır   |
| LnRnw → LnCo <sub>2</sub>   | 2+1=3              | 13,47                | 0,0037   | Nedensellik*<br>vardır   |
| LnTrade → LnCo <sub>2</sub> | 2+1=3              | 21,34                | 0,0001   | Nedensellik*<br>vardır   |
| LnRnw → LnEc                | 2+1=3              | 9,92                 | 0,0192   | Nedensellik**<br>vardır  |
| LnEc → LnFdi                | 2+1=3              | 6,70                 | 0,0820   | Nedensellik***<br>vardır |
| LnTrade → LnFdi             | 2+1=3              | 8,96                 | 0,0298   | Nedensellik**<br>vardır  |
| Çin                         |                    |                      |          |                          |
| Nedenselliğin Yönü          | p+d <sub>max</sub> | $\chi^2$ İstatistiği | P-değeri | Sonuç                    |
| LnFdi → LnCo <sub>2</sub>   | 2+1=3              | 6,57                 | 0,0868   | Nedensellik***<br>vardır |
| LnCo <sub>2</sub> → LnEc    | 2+1=3              | 13,25                | 0,0041   | Nedensellik*<br>vardır   |
| LnGdp2 → LnGdp              | 2+1=2              | 9,27                 | 0,0258   | Nedensellik**<br>vardır  |
| LnGdp → LnGdp2              | 2+1=2              | 8,57                 | 0,0355   | Nedensellik**<br>vardır  |

**Tablo 24:** Kısa Dönem Nedensellik Testi Sonuçları

Not: \* %1 anlam düzeyini \*\* %5 anlam düzeyini \*\*\* %10 anlam düzeyini gösterir. P-değeri, ilgili test istatistiğinin olasılık (Prob.) değerlerini gösterir. Uygun VAR modeli için “p” değeri Schwarz Bilgi Kriterine göre belirlenmiştir.

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.



Tablo 24’de nedensellik testleri yapılarak elde edilen sonuçlar tablolastırılmıştır. Tabloda wald testi sonuçları gösterilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre Türkiye örneğinde kısa dönemde, DYY’den, kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminden ve ticari dışa açıklıktan kişi başına CO<sub>2</sub> salımına doğru bir nedensellik söz konusuyken, kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminden kişi başına enerji tüketimine ve kişi başına enerji tüketimiyle ticari dışa açıklıktan DYY’ye doğru bir nedensellik tespit edilmiştir. Çin örneğinde ise kısa dönemde, DYY’den kişi başına CO<sub>2</sub> salımına doğru, kişi başına CO<sub>2</sub> salımından ise kişi başına enerji tüketimine doğru bir nedensellik söz konusudur. Ayrıca kişi başına GSYİH ile kişi başına GSYİH’nin karesi arasında iki taraflı bir nedensellik söz konusudur.

Bu noktada şunu da belirtmek gerekir ki, her iki ülke için de tahmin edilen VAR modeli tanısallık testlere tabi tutulmuştur. Türkiye ve Çin veri seti için tahmin edilen VAR modellerinin otokorelasyon ve değişen varyans sorunu olmadığı gibi hata terimleri de normal dağılmaktadır. Ayrıca, hata teriminin ters AR kökleri incelendiğinde modellerin dinamik olarak kararlı olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Son olarak, değişkenler arasında bir eşbütünleşme tespit edilmesi durumunda en az bir nedensellik olması gerektiği durumundan hareketle; ARDL sınır testi temelinde değişkenler arasındaki uzun dönem nedensellik, temel model belirlendikten sonra hata düzeltme katsayısına bakılarak tespit edilebilmektedir. Bu durumda, hata düzeltme katsayısı negatif ve anlamlı ise bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin uzun dönem nedeni olduğu söylenebilir. Temel model için uzun dönem nedensellik tespit edildikten sonra bağımsız değişkenler sırasıyla bağımlı değişken olarak alınarak modeller tahmin edilir. Eşbütünleşmenin tespit edilmesi durumunda hata düzeltme katsayısı kontrol edilerek negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğunun anlaşılması durumunda bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenin uzun dönem nedeni olduğu sonucuna ulaşılır(Öztürk ve Mert, 2023:421-422).

| Türkiye                                                                                                       |             |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|
| Uzun Dönem Nedensellik                                                                                        | CointEq(-1) | Prob. |
| $f(\text{LnCo}_2 \mid \text{LnEc}, \text{LnGdp}, \text{LnGdp}^2, \text{LnFdi}, \text{LnRnw}, \text{LnTrade})$ | -1,1419     | 0,000 |
| $f(\text{LnEc} \mid \text{LnCo}_2, \text{LnGdp}, \text{LnGdp}^2, \text{LnFdi}, \text{LnRnw}, \text{LnTrade})$ | -1,6822     | 0,000 |
| $f(\text{LnRnw} \mid \text{LnCo}_2, \text{LnEc}, \text{LnGdp}, \text{LnGdp}^2, \text{LnFdi}, \text{LnTrade})$ | -0,6526     | 0,000 |
| Çin                                                                                                           |             |       |
| Uzun Dönem Nedensellik                                                                                        | CointEq(-1) | Prob. |
| $f(\text{LnCo}_2 \mid \text{LnEc}, \text{LnGdp}, \text{LnGdp}^2, \text{LnFdi}, \text{LnRnw}, \text{LnTrade})$ | -1,3849     | 0,000 |
| $f(\text{LnEc} \mid \text{LnCo}_2, \text{LnGdp}, \text{LnGdp}^2, \text{LnFdi}, \text{LnRnw}, \text{LnTrade})$ | -1,0469     | 0,000 |
| $f(\text{LnFdi} \mid \text{LnCo}_2, \text{LnEc}, \text{LnGdp}, \text{LnGdp}^2, \text{LnRnw}, \text{LnTrade})$ | -0,5881     | 0,000 |
| $f(\text{LnRnw} \mid \text{LnCo}_2, \text{LnEc}, \text{LnGdp}, \text{LnGdp}^2, \text{LnFdi}, \text{LnTrade})$ | -0,7554     | 0,000 |

**Tablo 25:** Uzun Dönem Nedensellik Testi Sonuçları

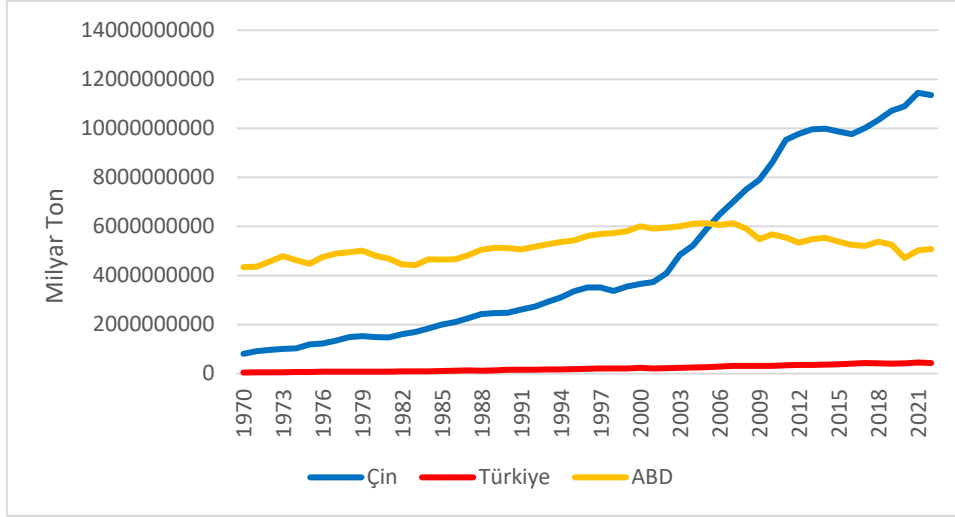
**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur

Tablo 25 incelendiğinde, Türkiye örneğinde kişi başına enerji tüketimi, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, DYY, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık kişi başına CO<sub>2</sub> salımının uzun dönem nedenidir. Kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, DYY, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık kişi başına enerji tüketiminin uzun dönem nedenidir. Kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, DYY, kişi başına enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminin uzun dönem nedenidir. Çin ülke örneğinde ise kişi başına enerji tüketimi, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, DYY, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık kişi başına CO<sub>2</sub> salımının uzun dönem nedenidir. Kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, DYY, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık kişi başına enerji tüketiminin uzun dönem nedenidir. Kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, DYY, kişi başına enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminin uzun dönem nedenidir. Kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, kişi başına enerji tüketimi, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ve ticari dışa açıklık ise DYY'nin uzun dönem nedenidir.

#### 6.4. Karşılaştırmalı Ülke Analizi

Çalışmanın ampirik uygulamasında elde edilen sonuçlara göre; Türkiye ve Çin ülke örneklerinde kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına birincil enerji tüketimi, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, ticari dışa açıklık ve net doğrudan yabancı yatırım girişleri arasında bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Türkiye örneğinde DYY girişlerinde %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %0,022 oranında artırırken, kişi başına GSYİH'de %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını % 3,86 oranında artırmaktadır. Enerji tüketiminde %1'lik artış ise kişi başına CO<sub>2</sub> salımını % 0,66 oranında artırmaktadır. Kişi başına GSYİH'nin karesindeki %1'lik artış ise kişi başına CO<sub>2</sub> salımını % 0,19 oranında azaltırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimindeki %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını yaklaşık %0,067 oranında azaltmaktadır. Kısa dönem katsayılarına göre hata düzeltme katsayısı -1,14 olarak hesaplanmıştır. Bu değer negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması eşbütünleşmenin mevcut olduğu hakkında bir diğer kanıt olarak değerlendirilmektedir. Mutlak değer olarak “1”den büyük bir değer alması ise dengesiz bir yakınsamanın söz konusu olduğunu göstermektedir. Bu katsayı, kısa dönemdeki sapmaların bir sonraki dönemde düzelme hızını ifade etmektedir.

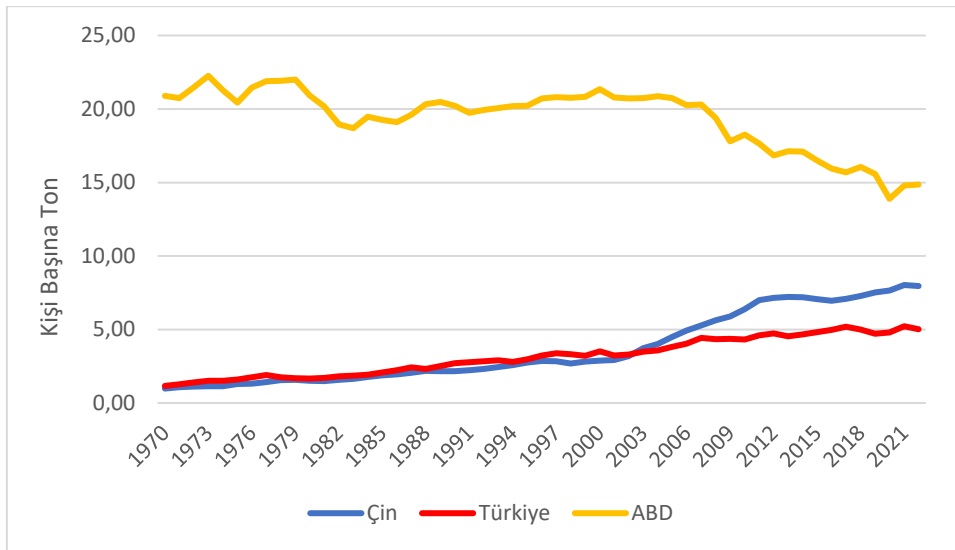
Çin ülke örneğinde, DYY girişlerinde %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %0,031 oranında azaltırken, kişi başına GSYİH'deki %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını % 6,27 oranında artırmaktadır. Enerji tüketiminde %1'lik artış ise kişi başına CO<sub>2</sub> salımını % 1,19 oranında artırmaktadır. Kişi başına GSYİH'nin karesinde %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %0,30 oranında azaltırken, yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimindeki %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %0,65 oranında azaltmaktadır. Ticari dışa açıklıktaki %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %0,40 oranında azaltmaktadır. Kısa dönem katsayılarına göre hata düzeltme katsayısı -1,38 olarak hesaplanmıştır. Bu değer negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması eşbütünleşmenin mevcut olduğu hakkında bir diğer kanıt olarak değerlendirilmekle birlikte, bu değer mutlak değer olarak “1”den büyük bir değer alması dengesiz bir yakınsamanın söz konusu olduğunu göstermektedir.



**Grafik 18:** 1970-2022 Yılları Arasında Yıllık CO<sub>2</sub> Salımları

**Kaynak:** Ourworldindata

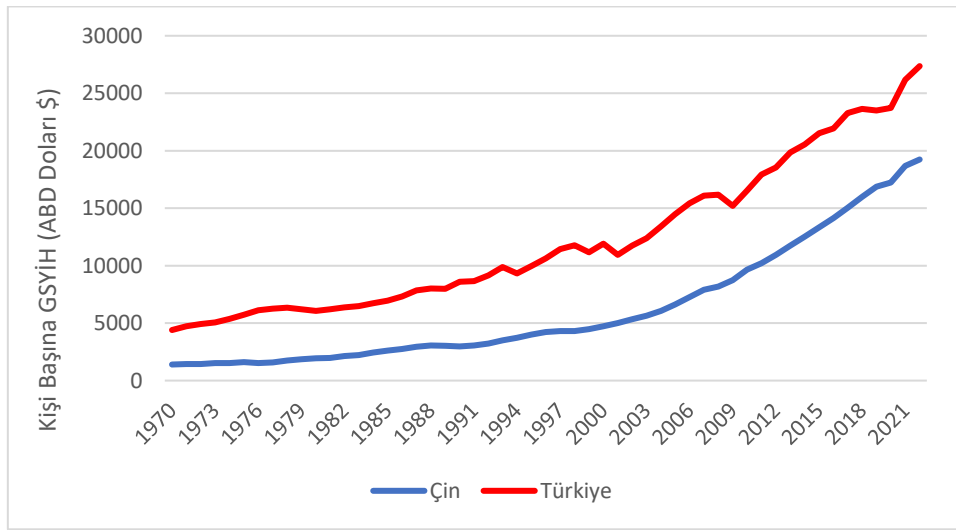
Grafik 18’de, Türkiye, Çin ve ABD’nin 1970-2022 yılları arasındaki fosil yakıtlardan ve endüstriden kaynaklanan yıllık CO<sub>2</sub> salımları gösterilmektedir. 2006 yılından itibaren Çin, yıllık CO<sub>2</sub> salımlarında ABD’yi geçmiştir. Şüphesiz bu durumda, Çin’in büyük nüfusunun ve sanayileşmiş ülkelerin refah düzeylerini yakalama çabaları sonucu sergilediği büyüme performansının etkisi büyüktür. Gerçekten de, 1997 yılından itibaren 25 yıl boyunca her yıl önemli büyüme rakamları yakalayan Çin (Studwell, 2023:19), bunun karşılığı olarak atmosfere muazzam miktarda CO<sub>2</sub> bırakmıştır. Türkiye’nin ise bu iki büyük emisyon devi ülkenin yanında CO<sub>2</sub> salımları düşük düzeylerde kalmaktadır. Ancak ülke bazlı bu karşılaştırmalar yanıltıcı olabilmektedir.



**Grafik 19:** 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına CO<sub>2</sub> Salımları

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 19’da 1970-2022 yılları arasındaki kişi başına CO<sub>2</sub> salımları gösterilmektedir. Grafikten de görüldüğü üzere 2002 yılına kadar Türkiye’de kişi başına CO<sub>2</sub> Çin’e göre daha yüksek seviyelerde iken bu tarihten sonra Çin’in kişi başına CO<sub>2</sub> salımı daha yüksek değerler almaya başlamıştır. ABD toplam CO<sub>2</sub> salımlarında birinciliği Çin’e kaptırmış olsa da kişi başına CO<sub>2</sub> sıralamasında hala üst sıralarda yer almaktadır. Gerçekten de, gelişmiş ülkelerin birçoğunun ekonomisinde enerji-yoğun imalat sanayisi nispeten az bir paya sahiptir. Bu ülkelerde kirlilik yoğun endüstrilerin yerini finansal hizmetler, sağlık hizmetleri, sigortacılık ve eğitim gibi daha temiz sektörler almıştır(Leichenko ve O’Brien,2021:144). Bu durum, gelişmiş ülkelerin yıllık ülke bazlı CO<sub>2</sub> salımlarının azalmasını sağlamıştır. Buna karşılık, kişi başına CO<sub>2</sub> salımları gelişmiş ülkelerde halen oldukça yüksek düzeydedir. Bunun nedeni, refah düzeyi yüksek olan ülkelerin tüketim imkanlarının da yüksek olması nedeniyle tüketim kaynaklı kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarının yüksek düzeylerde seyretmesidir. Gelişmiş ülkeler genellikle daha yüksek yaşam standartlarına sahiptir ve bu da daha fazla mal ve hizmet tüketimini beraberinde getirmektedir. Bu durum, enerji kullanımını ve dolayısıyla emisyonları artırmaktadır. Özel araç kullanımı, büyük evlerin ısıtma ve soğutma gereksinimleri ve sık yapılan uçak seyahatleri bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Birçok gelişmiş ülke, diğer ülkelerde üretilen malları tüketmektedir. Bu da üretimle ilgili CO<sub>2</sub> salımlarını fiilen dışarıya ihraç etmek anlamına gelmektedir. Ancak, bu malların tüketimi hala küresel CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır ve bu durum dolaylı olarak gelişmiş ülkelerin kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarına yansımaktadır.

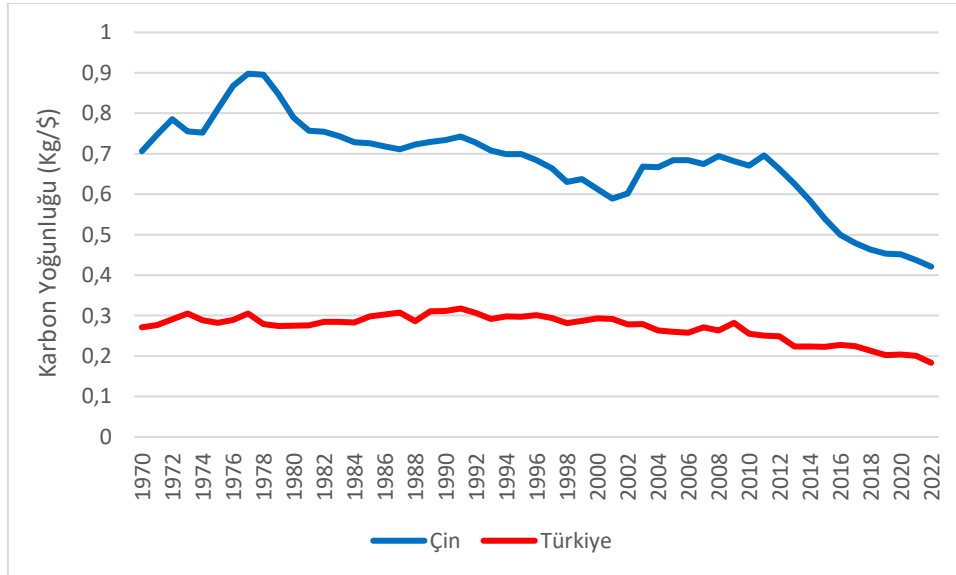


**Grafik 20:** 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına Düşen GSYİH

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 20’de 1970-2022 yılları arasında Türkiye ve Çin’de kişi başına düşen GSYİH rakamları gösterilmektedir. Grafikte görüldüğü üzere Türkiye’de kişi başına düşen GSYİH, Çin’e göre tüm yıllar için daha yüksek seviyelerdedir. Ampirik sonuçlar Türkiye’de kişi başına GSYİH’deki artışın kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığını ortaya koymaktadır. Öyle ki, Türkiye’de GSYİH, kişi başına CO<sub>2</sub>’yi en çok artıran faktördür. Türkiye’de kişi başına GSYİH’deki %1’lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %3,86 artırmaktadır.

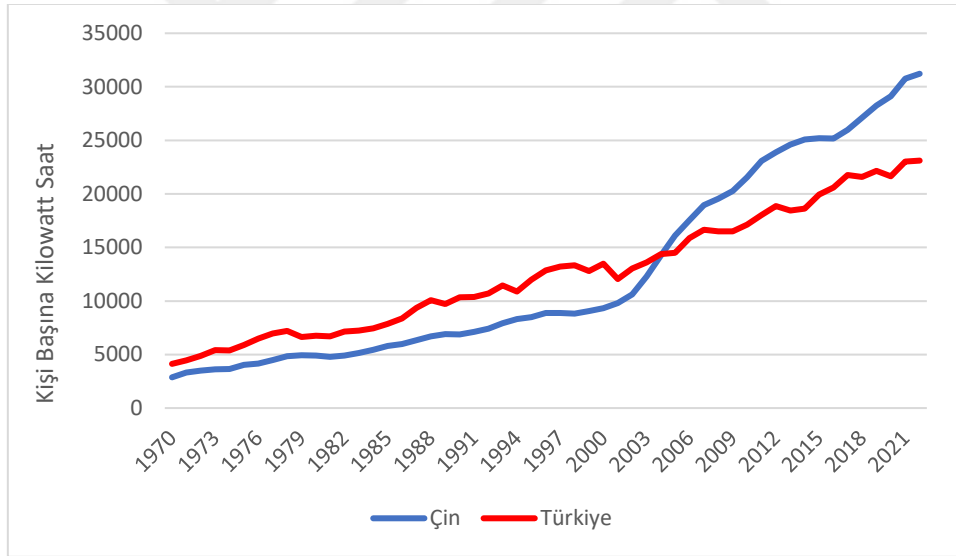
Çin ülke örneğinde de benzer şekilde, GSYİH artışı CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. GSYİH, Çin’deki kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını en fazla etkileyen değişkendir. Çin’de kişi başına GSYİH’deki %1’lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %6,27 artırmaktadır. Çin, Türkiye’ye göre oldukça karbon yoğun bir büyüme sergilemiştir. Ayrıca gerek Türkiye’de gerekse Çin’de kişi başına GSYİH değişkeni ile kişi başına CO<sub>2</sub> arasında pozitif, kişi başına GSYİH’nin karesi değişkeni ile kişi başına CO<sub>2</sub> değişkeni arasında negatif yönde ilişki olduğundan ÇKE hipotezi her iki ülkede de geçerlidir. Bu noktada şunu da belirtme gerekir ki, hem Türkiye’de hem de Çin’de kişi başına CO<sub>2</sub> ile kişi başına GSYİH rakamları yıllar itibariyle genel olarak artış eğilimindedir. Ayrıca, hata düzeltme katsayısına dayalı nedensellik testi sonuçlarına göre her iki ülkede de gerek GSYİH’den gerekse GSYİH’nin karesinden kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarına doğru uzun dönemde nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.



**Grafik 21:** 1970-2022 Yılları Arasında Üretimin Karbon Yoğunluğu

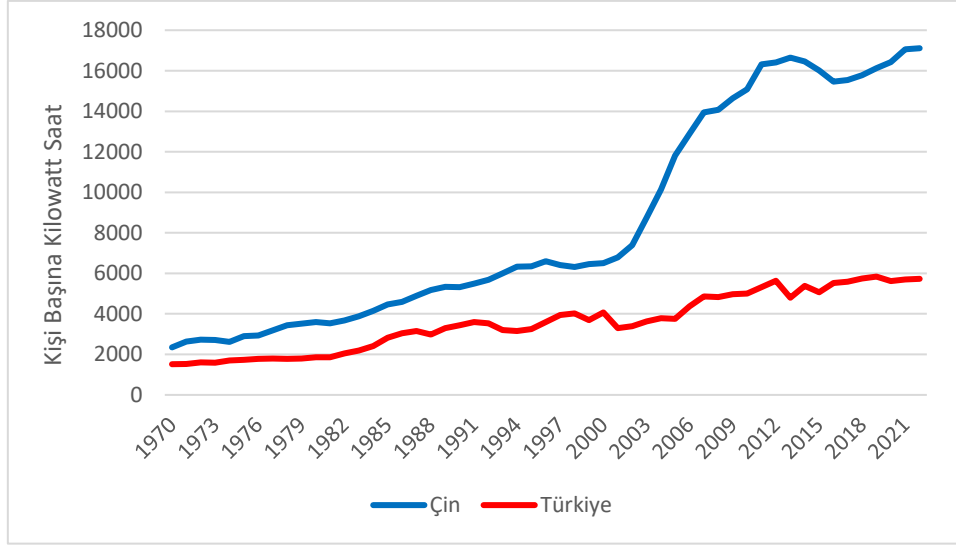
**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 21, Türkiye ve Çin’de 1970-2022 yılları arasında karbon yoğunluğunu yani 1 \$ (Dolar)’lık GSYİH başına CO<sub>2</sub> salımlarını göstermektedir. Şekilde görüldüğü üzere Türkiye’nin Çin’e göre karbon yoğunluğu daha düşüktür. Bunun anlamı, Türkiye’de enerji verimliliği daha yüksektir. Ayrıca bu durumda enerji tüketiminde fosil yakıtların payının da etkisi söz konusudur. Çin’de Türkiye’ye göre kömür tüketimi daha fazladır. Şüphesiz bu durum, karbon yoğunluğunu etkilemektedir. Çin’de Türkiye’ye nazaran üretimin karbon yoğunluğunun daha fazla olması, GSYİH’de %1 lik artışın Çin’de Türkiye’ye göre çok daha fazla CO<sub>2</sub> salımına neden olmasını açıklamaktadır. Çin’de üretimin karbon yoğunluğu özellikle gelişmiş ülkelere göre de oldukça yüksek düzeylerde. Ayrıca, bu çalışma kapsamında analize konu karbon salımlarının üretime dayalı (bölgesel) emisyonlar olduğunu belirtmek gerekir. Üretime dayalı emisyonlar ticarete konu malların tüketildiği değil üretildiği bölgelerin emisyonlarında gösterilmektedir. Bu durum, Çin’de kişi başına GSYİH artışının CO<sub>2</sub> artışlarında neden olduğu büyük etkiyi açıklamaktadır.



**Grafik 22: 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına Birincil Enerji Tüketimi**

**Kaynak:** Ourworldindata

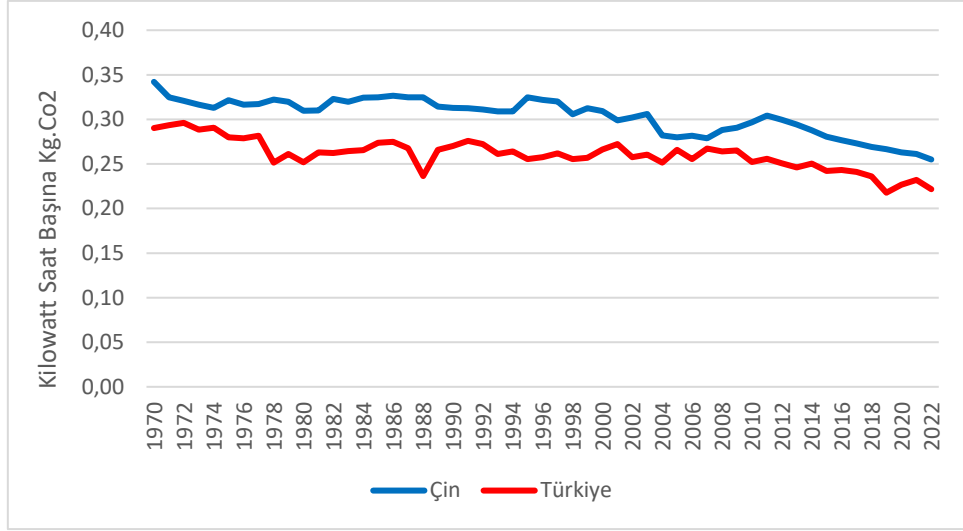


**Grafik 23:** 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına Kömür Tüketimi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 22’de 1970-2022 yılları arasında Türkiye ve Çin’de kişi başına birincil enerji tüketimi, Grafik 23’de ise birincil enerji tüketimi içerisinde kömürün payı gösterilmektedir. 2004 yılına kadar Türkiye’de daha yüksek seviyelerde olan kişi başına birincil enerji tüketimi 2004 tarihinden sonra Çin’de daha yüksek seviyelere ulaşmıştır. Çin’in 2006 yılından itibaren dünyanın en yüksek emisyon salımına neden olan ülke konumuna gelmesi, 2004 yılından sonraki kişi başına enerji tüketimi rakamlarındaki ciddi artışlarla da kendisini göstermektedir. Elde edilen ampirik bulgulara göre kişi başına enerji tüketimi her iki ülkede de kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Türkiye’de kişi başına enerji tüketimindeki %1’lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını %0,66 artırmaktadır. Çin’de ise kişi başına enerji tüketimindeki %1’lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını %1,19 artırmaktadır. Enerji tüketimi her iki ülkede de kişi başına GSYİH’den sonra CO<sub>2</sub>’yi en çok artıran değişkendir. Ancak enerji tüketimi Çin’de Türkiye’ye nazaran CO<sub>2</sub>’yi daha fazla artırmaktadır. Kişi başına birincil enerji tüketiminde kömürün payını gösteren Grafik 23 incelendiğinde, 2002 yılından sonra tıpkı enerji tüketimindeki artış gibi kömür tüketiminde de ciddi bir artış gözlenmektedir. Çin’in kişi başına enerji tüketiminin 2004 yılından sonra Türkiye’deki kişi başına enerji tüketiminden daha yüksek olması ve kömür gibi karbon yoğun enerji kaynaklarının Türkiye’ye göre daha fazla kullanılması kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarının 2003 yılından sonra Türkiye’deki kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarından daha yüksek olmasına neden olmuştur. Kaldı ki, Çin’de kişi başına enerji tüketimi kişi başına CO<sub>2</sub> salımını Türkiye’ye göre daha fazla artırmaktadır.

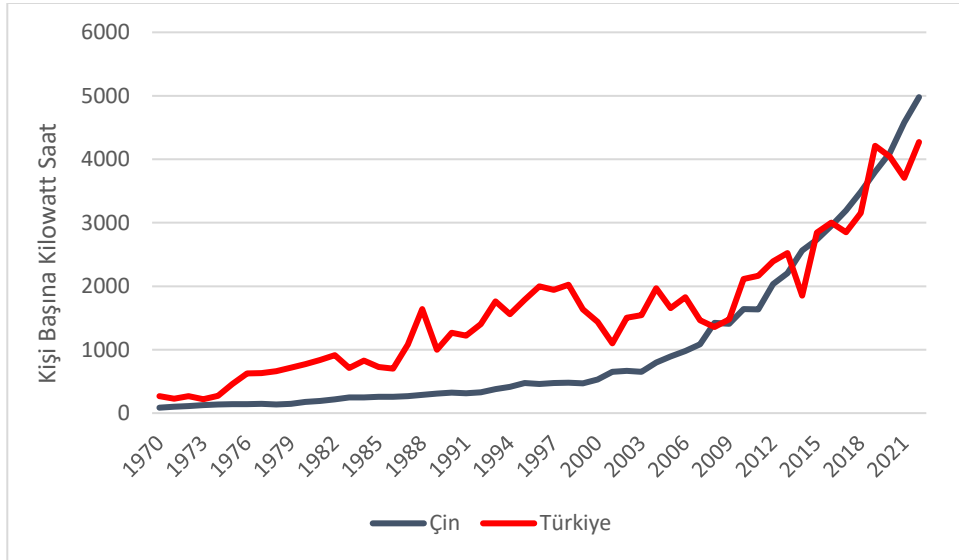




**Grafik 24:** 1970-2022 Yılları Arasında Enerji Üretiminin Karbon Yoğunluğu

**Kaynak:** Ourworldindata

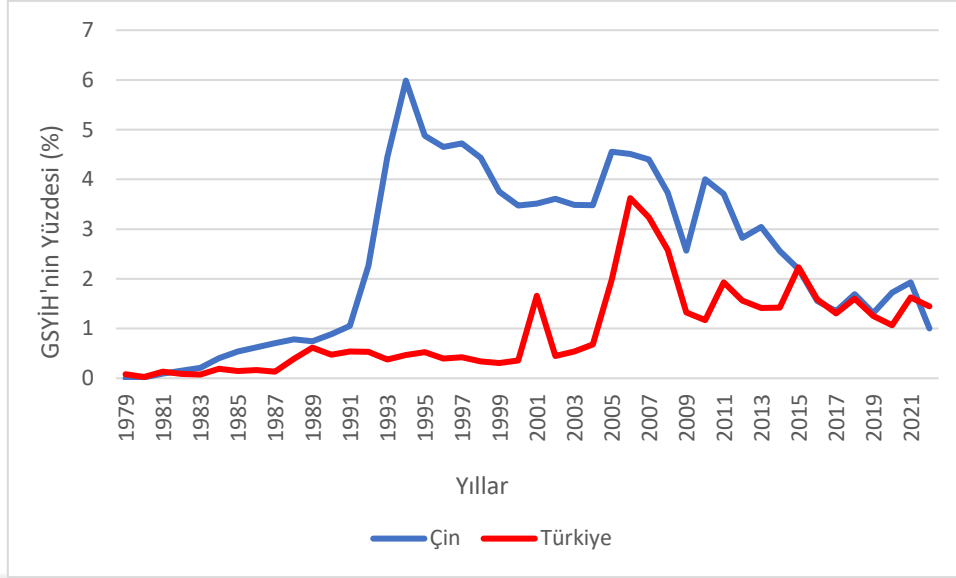
Grafik 24’de ise Türkiye ve Çin’de 1970-2022 yılları arasında kilowatt saat başına kilogram CO<sub>2</sub> cinsinden ölçülen, enerji üretimi birimi başına salınan CO<sub>2</sub> miktarını göstermektedir. Bu rakam, karbon yoğunluğunun bir diğer çeşidi olarak değerlendirilmektedir. Şekilde görüldüğü üzere Çin’de enerji üretiminin karbon yoğunluğu Türkiye’ye göre daha yüksektir. Bu göstergeye göre de Türkiye’de enerji verimliliği Çin’e göre daha yüksektir. Çin’de enerji üretiminin karbon yoğunluğunun Türkiye’ye göre daha fazla olması Çin’de kişi başına enerji tüketiminin kişi başına CO<sub>2</sub> salımını Türkiye’ye göre daha fazla artırmasına neden olmaktadır.



**Grafik 25:** 1970-2022 Yılları Arasında Kişi Başına Yenilenebilir Enerji Tüketimi

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 25’de Türkiye ve Çin’de 1970-2022 yılları arasında kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi gösterilmektedir. Yıllar itibariyle Çin’de kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminde istikrarlı bir artış görülmektedir. Türkiye’deki artış trendi ise oldukça istikrarsızdır. Ampirik bulgulara göre her iki ülkede de kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmaktadır. Çin’de kişi başına yenilenebilir enerji tüketimindeki %1’lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını %0,65 azaltırken, Türkiye’de %0,067 azaltmaktadır. Kaldı ki, Türkiye’de kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi Çin’e göre oldukça istikrarsızdır. Ayrıca, Türkiye örneğinde kısa dönemde kişi başına yenilenebilir enerji tüketiminden kişi başına CO<sub>2</sub> salımına ve kişi başına enerji tüketimine doğru nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi genellikle kesintilidir. Bu durum, enerji talebini karşılamak için fosil yakıtlardan enerji üretiminin devam etmesine yol açmaktadır. Örneğin, rüzgar veya güneş enerjisi üretiminin yetersiz olması durumunda, kömür veya doğal gaz gibi fosil yakıtlı enerji santralleri devreye girmektedir. Bu durum, Türkiye örneğinde yenilenebilir enerji tüketiminden enerji tüketimine doğru belirlenen nedenselliği açıklayabilir. 2023 Yılı Türkiye Elektrik Dağıtım Sektör Raporuna göre Türkiye’de kullanıcı başına ortalama kesinti süresi ve kullanıcı başına ortalama kesinti sıklığı Avrupa ülkelerine göre oldukça yüksek düzeylerde (TEDAŞ, 2023:23-24). Raporda, bu kesintilerin içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarından kaynaklanan istikrarsızlığın payı hakkında net bir bilgi yoktur. Ancak, enerji arz güvenliği ve sistem güvenilirliğini sağlamak amacıyla güvenilir kurulu güç kapasitesinin oluşturulmasını veya korunmasını hedefleyen ve yıllık olarak uygulanan bir destek sistemi olan “Kapasite Mekanizması” bu konu hakkında ipuçları vermektedir. 2023 yılında, bu mekanizmadan toplam 53 santral yararlanmıştır. Bu santrallerin yalnızca 10 tanesi hidroliktir. Geri kalanının tamamı fosil yakıt temellidir (TEİAŞ, 2023:91). Bu durum, enerji arz güvenliği ve sürekliliğini sağlamada hala en güvenilir kaynakların fosil yakıtlar olduğunu açıkça göstermektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerji tüketiminden CO<sub>2</sub>’ye doğru tespit edilen nedensellik gerek uzun dönemde gerekse kısa dönemde yenilenebilir enerjinin CO<sub>2</sub>’yi azaltıcı etkisini yansıtmaktadır.



**Grafik 26:** 1979-2022 Yılları Arasında DYY'nin GSYİH'deki Payı

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 26'da 1979-2022 yılları arasında Türkiye ve Çin'de net DYY girişlerinin GSYİH'deki payı gösterilmektedir. Çin'in yabancı yatırımlara açılması 1979 yılında başlamıştır. O zamandan beri yabancı yatırımlara yönelik yasal rejimler giderek serbestleştirilmiştir. Çin'e, serbestleşmenin ilk yıllarında neredeyse hiç DYY girişi olmamışken 1990'lı yıllarda çok dramatik bir artış yaşanmıştır. Özellikle 1991 yılından sonra Çin'e ciddi oranlarda DYY girişleri gerçekleşmiştir. Gerek Çin'de gerekse Türkiye'de dalgalı bir seyir izleyen DYY'nin GSYİH'deki payı 2014 yılından sonra birbirine yaklaşmıştır. Elde edilen ampirik bulgulara göre DYY, kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını Türkiye'de artırırken Çin'de azaltmaktadır. Uzun dönem katsayılarına göre DYY'de %1'lik artış Türkiye'de kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını %0,022 artırırken Çin'de %0,031 azaltmaktadır. Ayrıca her iki ülkede de DYY'den kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarına doğru kısa dönemde nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre Türkiye için DYY ile kişi başına CO<sub>2</sub> salımları arasındaki pozitif yönlü ilişki KCH'nin geçerli olduğunu göstermektedir. Çin için DYY ile kişi başına CO<sub>2</sub> salımları arasındaki negatif yönlü ilişki ise KCH'nin geçersiz olduğunu ifade etmektedir (Zeren, 2015:6445-6446). Ancak, kısa dönem katsayılarına baktığımızda tersi bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Kısa dönemde Türkiye'de DYY, CO<sub>2</sub> salımını azaltırken Çin'de artırmaktadır. Buna göre kısa dönemde Türkiye'de KCH geçersizken Çin'de geçerlidir.

Çin örneğinde DYY'nin uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımını azaltması, KHH'nin geçerli olduğu anlamına gelmektedir. Bunun arkasındaki nedenlere daha ayrıntılı bakmak gerekirse, bu

durumun birkaç nedeni olabilir. Öncelikle Çin, reform sürecine başladığı günden itibaren yabancı yatırımları çekmeye büyük önem vermiştir. Bu sayede ülkeye yeni teknolojiler, bilgi ve sermaye girişini sağlayarak ihracatını artırmayı amaçlamıştır (Tseng ve Zebregs, 2002:76). Böylece, ekonomisini büyütmüş ve refah düzeyinde ciddi artışlar yaşanmıştır. Gerçekten de, Çin’de gerçekleşen yüksek GSYİH büyüme oranları, sıklıkla ciddi miktarlardaki DYY akışları ile ilişkilendirilmiştir (Whalley ve Xin, 2010). DYY ayrıca Çin’de büyümenin belirleyicilerinin kompozisyonunu da değiştirmiştir. Hu ve Khan (1996)’a göre, 1953-78 yılları arasındaki dönemde Çin’in toplam faktör verimliliği oranı oldukça düşük düzeylerdeyken ekonomik reformlar başlatıldığından beri verimlilik büyümesi ekonomiyi yönlendirmede daha önemli bir hale gelmiştir. Merkezi planlama döneminde (1952-1978) sermaye birikimi çıktı büyümesine % 65’ten fazla katkı sağlarken, verimlilik büyümesi yalnızca %18 katkı sağlamıştır. Ancak, 1979-94 yıllarında verimlilik büyümesi, Çin’in toplam büyümesinin %42’sinden fazlasını oluşturmuştur. 1990’ların başlarına gelindiğinde, verimlilik büyümesi sermayeyi geçerek Çin’in ekonomik büyümesindeki baskın faktör haline gelmiştir. 1990-1994 yıllarında çıktı büyümesine yapılan katkının yarısından fazlası verimlilikten gelirken, sermaye birikiminin katkısı üçte birin altına düşmüştür. Yazarlar, 1979-1994 yılları için gözlemlenen verimlilik kazançlarının en önemli nedenlerinden birisinin de “açık kapı” politikasının dış ticaret ve DYY’de dramatik bir artışa yol açmasına bağlamışlardır.

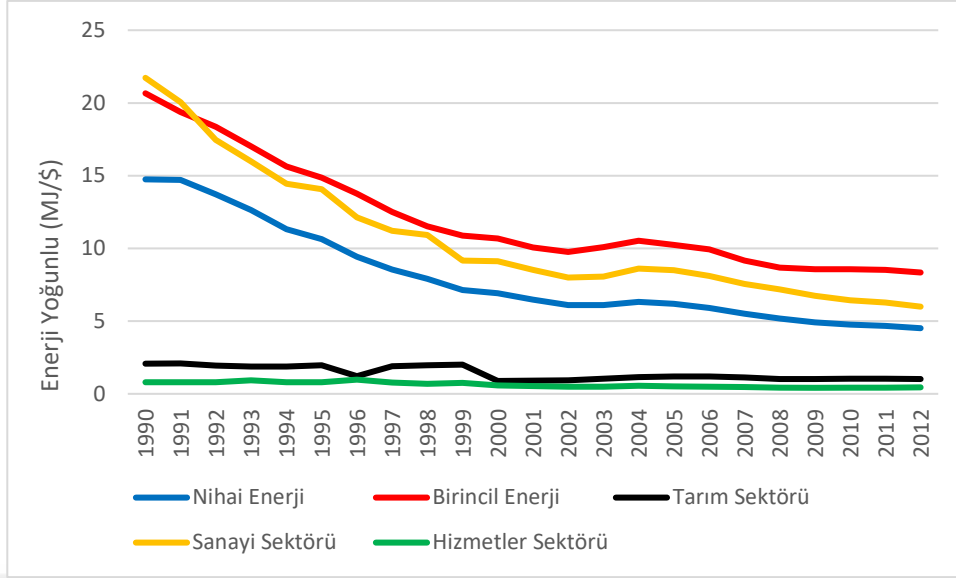
1978’den önce Çin’de DYY ciddi şekilde kısıtlanmıştı. Ancak bu tarihten itibaren DYY rejimi kademeli olarak serbestleştirilmiş ve zaman içinde DYY’yi kolaylaştırmak ve düzenlemek için bir yasal çerçeve geliştirilmiştir. Gelişmiş teknolojiler kullanarak veya ihracat için üretim yapan DYY’ler daha fazla teşvik almıştır. Yapılan düzenlemeler, DYY akışlarının coğrafi olarak daha geniş bir alana yayılmasını ve hedeflenen sektörlerde, örneğin ihracata yönelik yüksek teknoloji endüstrileri, tarım ve altyapı gibi alanlarda DYY akışlarını artırmayı amaçlamıştır. Yeni ve ileri teknolojiler getiren, ihracat kapasitesini genişleten ve yerel kaynakları kullanan projeler teşvik edilirken; mevcut teknolojileri kullanan, yerli üretimle veya devlet tekelleriyle rekabet eden ve sınırlı kaynakları yoğun şekilde kullanan veya ulusal güvenlik ve çevre için tehlike arz eden projeler kısıtlanmış veya yasaklanmıştır (Tseng ve Zebregs, 2002:78-79).

Zebregs (2003), DYY’nin Çin’in büyümesine doğrudan ve dolaylı katkılarını ayrıntılı olarak incelemiştir. Buna göre doğrudan katkı sermaye birikimi yoluyla toplam sermaye

stokunun artmasını sağlarken, dolaylı katkı DYY'nin yeni teknolojiler ve yönetim bilgisi getirerek toplam faktör verimliliğini artırmasıdır. Ampirik bulgular, 1990'larda DYY'nin yıllık GSYİH büyümesine %3 civarında bir katkı sağladığını, bunun %2,5 puanının verimlilik artışlarından, %0,4 puanının ise sabit sermaye yatırımlarından kaynaklandığını göstermiştir.

Prasad ve Jin Wei (2005:6-7)'ye göre Asya ekonomileri, Çin'e gelen DYY'nin önemli bir kısmını oluşturmuştur. Örneğin, 2001-2004 yılları arasında Hong Kong, Japonya, Kore, Tayvan ve Singapur'dan gelen yatırımlar, toplam DYY girişlerinin yaklaşık %60'ını oluşturmuştur. Bu akışların nispeten gelişmiş Asya ekonomilerinden gelmesi, DYY ile ilişkilendirilen teknolojik ve yönetsel uzmanlık transferleri gibi faydaları beraberinde getirdiğini göstermektedir. Bir diğer dikkat çekici nokta ise yaygın kanının aksine, Batı'daki sanayileşmiş ekonomilerden Çin'e yapılan doğrudan yatırımların aslında sınırlı olduğudur. 1999-2000 yıllarındaki ABD ve AB ekonomilerinin toplam DYY girişlerindeki payı %22 seviyesinde iken bu oran 2003 yılında sadece %15 olarak gerçekleşmiştir.

1990-2004 yılları arasında Çin'de DYY ezici çoğunlukla sanayi sektörüne yatırım yapmıştır (Vu vd. 2008:543-544). Ancak 2008 küresel ekonomik krizinden sonra Çin'in ekonomik yapısında büyük değişiklikler olmuştur. 2015 yılında, hizmet sektörü ilk kez Çin'in GSYİH'sine %50'nin üzerinde katkıda bulunmuştur. Hizmet sektörünün katma değeri, GSYİH'nin %54,5'ini oluşturarak ikincil sektörün 16,7 puan üzerine çıkmıştır. Hizmet sektöründe bilgi iletimi, yazılım, bilgi teknolojileri ve finans gibi alt sektörler sırasıyla %16,9 ve %7,0 büyüme kaydetmiş, ekonomik büyümeye %54,1 oranında katkıda bulunarak hızlı ekonomik toparlanmayı desteklemiştir(MOFCOM, 2021:3). 2017 yılı rakamları Çin'e giden DYY'nin sektörel dağılımının hizmet sektörü lehine değiştiğini açıkça göstermektedir. Buna göre, 2017 yılında DYY'nin %66'lık kısmı hizmet sektörüne, %32'lik kısmı imalat sektörüne %2'lik kısmı ise tarım, balıkçılık ve madencilik sektörüne gitmiştir(Mehmood vd. 2021:161). Gerçekten de, 2010 yılından sonra hizmet sektörü Çin'e gelen DYY'nin en çok tercih ettiği sektör haline gelmiştir(MOFCOM, 2023:26).



**Grafik 27: 1990-2012 Yıllarında Çin’de Sektörlere Göre Enerji Yoğunluğu**

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 27, 1990-2012 yılları arasında Çin’de sektörlere göre enerji yoğunluğunu göstermektedir. Enerji yoğunluğu, bir birim ekonomik çıktı üretmek için gereken enerji miktarıdır. Enerji yoğunluğunun düşük olması, ekonomik değerin daha az enerji yoğun bir şekilde üretildiği anlamına gelir. Bu veriler dolar başına (2011 fiyatlarıyla uluslararası-\$ başına) megajul cinsinden ölçülmektedir ve ülkeler arası enflasyondaki farklılıklara göre ayarlanmıştır. Birincil enerji yoğunluğu, bir ülkede dönüşüme uğramamış toplam enerji arzını ifade ederken nihai enerji yoğunluğu, sanayi, konut ve ulaştırma gibi sektörlerin tükettiği enerji miktarını ifade eder. Enerji yoğunluğundaki değişimler; ekonomik ve sektörel yapısal dönüşümler, enerji tüketim alışkanlıklarındaki farklılıklar, sektörlerin verimlilik artışı ve nihai kullanıcıların kullandığı cihaz ve ekipmanlar gibi faktörlerden etkilenmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024a).

1990-2012 yılları arası dönem, Çin’e en yoğun DYY akışlarının gerçekleştiği dönemdir. Grafik 27’de görüldüğü üzere Çin’de özellikle sanayi sektöründe enerji yoğunluğu önemli düzeyde düşüş yaşamıştır. Bu durum, DYY’nin yeni teknolojiler, bilgi ve sermaye girişini sağlayarak, teknolojik ve yönetsel uzmanlık transferleri aracılığıyla verimliliği artırdığının işaretidir. Enerji yoğunluğunda genel olarak bir düşüş görülmekle birlikte bu düşüş, hizmetler ve tarım sektöründe oldukça düşük düzeydedir. Yukarıda bahsedildiği gibi Çin’de yaşanan sektörel dönüşüm artık hizmetler sektörünü ekonomiye en çok katkı yapan sektör haline getirmiştir. Hizmetler sektörünün enerji yoğunluğunun diğer

sektörlere göre düşük olması DYY'nin CO<sub>2</sub> salımını azaltmasının bir diğer nedeni olabilir. Buna göre hizmet sektörü son dönemlerde Çin'de ekonomiye en çok katkı yapan sektör haline gelirken Çin'e gelen DYY'nin ağırlıklı olarak hizmet sektörünü tercih etmesi buna karşılık hizmet sektörünün en düşük enerji yoğunluğuna sahip sektör olması DYY'nin karbon salımlarını azaltmasının nedenlerinden birisidir.

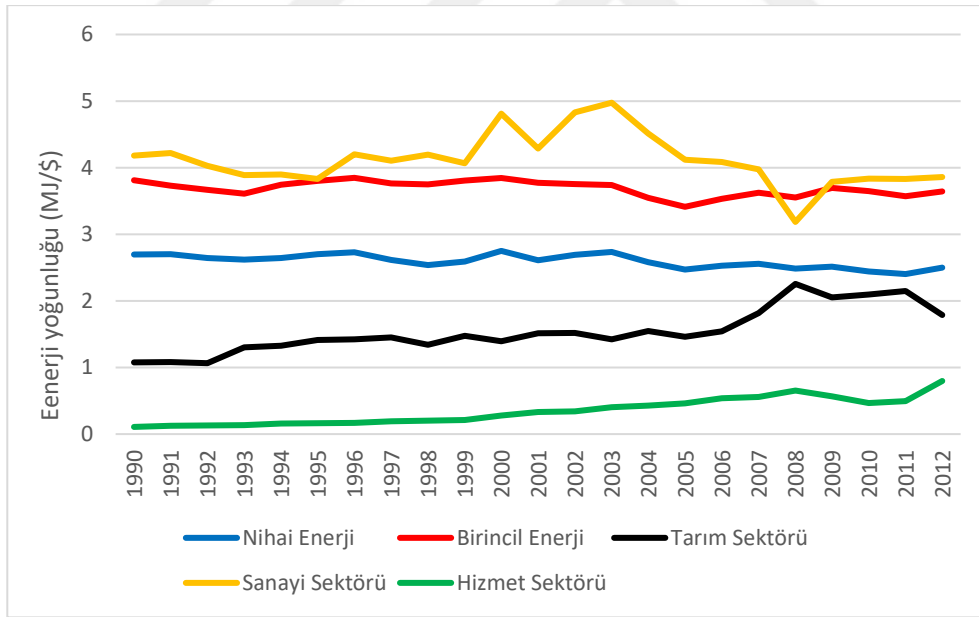
Türkiye örneğinde elde edilen sonuçlar, uzun dönemde DYY'nin daha fazla endüstriyel faaliyet, enerji tüketimi ve dolayısıyla daha yüksek CO<sub>2</sub> salımına neden olduğunu göstermektedir. Uzun dönemde DYY'nin üretim artışını ve enerji tüketimini teşvik ettiği ve bu artışın CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığı bir senaryo ortaya çıkmaktadır. Buna göre uzun dönemde Türkiye'de KCH geçerlidir. Bu durum, özellikle yabancı yatırımların enerji yoğun sektörlerde veya çevresel düzenlemelerin daha az sıkı olduğu sektörlerde yoğunlaşması durumunda geçerli olabilir. Kısa dönemde gözlemlenen DYY'nin CO<sub>2</sub> salımı üzerindeki negatif yöndeki azaltıcı etkisinin ise nedenleri şunlar olabilir: birincisi, gelişmiş ülkelerden gelen yabancı yatırımcıların genellikle ana ülkelerdeki çevresel düzenlemelere uyum sağlamak için daha sıkı çevresel standartlara sahip olma durumu, yatırımlarının ilk aşamalarında CO<sub>2</sub> salımını azaltan uygulamaları benimsemelerine yol açabilir. Bu durum, başlangıçta enerji verimliliğini artırarak CO<sub>2</sub> salımlarını azaltabilir. İkincisi, yabancı yatırımların ilk aşamalarında yeni yatırımların inşası veya kurulum sürecinde üretim ve dolayısıyla CO<sub>2</sub> salımı kısa dönemde düşebilir. Yatırımın ilk dönemlerinde, üretim kapasiteleri tam olarak devreye girmemiş olabilir. Bu da, geçici olarak daha az CO<sub>2</sub> salımına neden olabilir. Bu bulgular, DYY'nin çevresel etkilerinin dinamik ve zaman içinde değişen nitelikte olduğunu göstermektedir. Kısa dönemde daha verimli ve ana ülkenin çevre standartlarına alışkın yatırımlar ve başlangıç aşamasındaki düşük üretim düzeyi gibi nedenlerle CO<sub>2</sub> salımlarında azalma gözlemlenirken uzun dönemde ekonomik büyüme ve artan endüstriyel faaliyetler nedeniyle CO<sub>2</sub> salımında artış gerçekleşebilir. Bu durum, politika yapıcılar için yabancı yatırımları teşvik ederken çevresel sürdürülebilirliği göz önünde bulundurmanın önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, Türkiye'deki DYY'lerin dönemsel dalgalanmaları Çin'in aksine Türkiye ekonomisinin uzun ve kısa dönemde farklı dinamiklerle dengeye gelmesine neden olmuş olabilir. Kaldı ki, Türkiye için de tahmin edilen hata düzeltme katsayısının negatif değer alması ancak mutlak değer olarak "1" den büyük olması dengesiz bir yakınsamanın olduğuna işaret eder.

18/01/1954 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan ve Türkiye’nin uzun zamandır yabancı sermayeye yönelik rejimini belirleyen 6224 sayılı “Yabancı Sermayeyi Teşvik Kanunu” 17/06/2003 tarihinde yayımlanan 4875 sayılı “Doğrudan Yabancı Yatırımlar Kanunu” ile yürürlükten kaldırılmıştır. 4875 sayılı Doğrudan Yabancı Yatırımlar Kanunu’nun çıkarılmasının amacı, yabancı yatırım ve yatırımcı kavramlarını daha geniş bir çerçevede ele almak, yabancı yatırımcılara gerekli güvenceyi sağlamak, kamulaştırma, tahkim ve para transferi gibi konulara açıklık getirmek, nakit dışı sermayenin değer tespitinde tarafsızlığı sağlamak, yerli şirketlerle yabancı yatırımcılara eşit davranılmasını temin etmek ve uzun süren bürokratik izin ile vize süreçlerini ortadan kaldırmaktır(Yılmaz, 2006:179). Bu kapsamda, yapılan değişiklik ile Türkiye’nin DYY rejimi tamamıyla değişmiş ve yabancı yatırımların teşvik edilmesi ekonomi politikasında önemli bir bileşen haline gelmiştir. Türkiye’nin ilk (2021-2023) DYY strateji belgesine göre Türkiye, orta-yüksek teknoloji imalat sektörleri ile üretim faaliyetlerine yönelik yatırım projelerinde, aynı zamanda orta-yüksek ve orta-düşük teknoloji sektörlerde bölgesindeki lider ülke konumundadır. OECD kriterlerine göre sektörler, teknoloji seviyelerine göre sınıflandırılmıştır. Yüksek teknoloji: dijital, bilgi ve iletişim teknolojileri, ilaç ve medikal; Orta-yüksek teknoloji: kimya, makine ve ekipman, elektrikli aletler, motorlu kara taşıtları; Orta-düşük teknoloji: plastik, hammaddeler ve metal; Düşük teknoloji: gıda ve tarım, tekstil, hazır giyim ve deri, mobilya olarak belirlenmiştir. Türkiye’ye gelen DYY, sektörler bazında incelendiğinde, 2005-2009 döneminde hizmet sektörüne yapılan yatırımların payı %72,7 iken, 2010-2014 döneminde %49,7’ye gerilemiş, ancak 2015-2020 döneminde tekrar %62,2 seviyelerine yükselmiştir. Öte yandan, imalat sektörüne yapılan yatırımların oranı 2005-2009 döneminde %18,6 seviyesindeyken, 2010-2014 ve 2015-2020 yılları arasındaki dönemlerde %28 civarına yükselmiştir(Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi, 2021). Daha önceki dönemler incelendiğinde, 1980-1999 yılları arasında Türkiye’ye gelen DYY’lerin büyük çoğunluğu imalat sektörüne yatırım yapmıştır(DPT, 2000).

Türkiye’ye gelen toplam DYY, 1973-2002 arasındaki 30 yıllık dönemde yalnızca 15 milyar ABD doları seviyesindeyken, bu rakam 2003-2023 yılları arasında 262 milyar ABD dolarına ulaşmıştır. 2003-2023 tarihleri arasında Türkiye’ye gelen kümülatif DYY’nin sektörel dağılımına bakıldığında, %30,7 ile en büyük paya sahip olan sektör finans sektörü olmuştur. %24,2 ile ikinci sırada imalat sektörü yer almaktadır. %10,3 ile



üçüncü sırada enerji sektörü, %9,4 ile dördüncü sırada toptan ve perakende ticaret sektörü, %8,5 ile beşinci sırada bilgi teknolojileri hizmetleri sektörü yer almaktadır. %4,8 ile altıncı sırada taşımacılık ve depolama sektörü, %3 ile yedinci sırada inşaat sektörü, %9,1 ile diğer sektörler (tarım ve madencilik) yer almaktadır (<https://www.invest.gov.tr> E.T. 01.12.2024.). Türkiye’ye gelen DYY’nin sektörel dağılımında yer alan imalat, enerji, taşımacılık ve inşaat gibi enerji yoğun sektörler, karbon salımını artırma potansiyeline sahiptir. Özellikle fosil yakıt odaklı enerji yatırımları karbon salımını artırmaktadır. Örneğin, 2005-2020 yılları arasında Çin’in Türkiye’deki enerji yatırımları 2,8 milyar dolara ulaşmıştır. Çin’in elektrik yatırımlarının %73,5’i kömüre, %21,9’u güneş paneli üretim tesislerinden oluşan yenilenebilir enerjiye ayrılmıştır(Kaya ve Arı, 2021:4). Ancak, finans ve bilgi teknolojileri gibi sektörler daha az emisyon kaynağıdır. Yüksek teknoloji sektörlerin Türkiye’de henüz baskın sektörler durumuna gelmemesi ve enerji, imalat gibi yoğun enerji kullanan sektörlerdeki DYY’nin dönemler itibariyle payı gibi faktörler, Türkiye’de DYY’nin CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığına dair ampirik bulguları destekler niteliktedir.



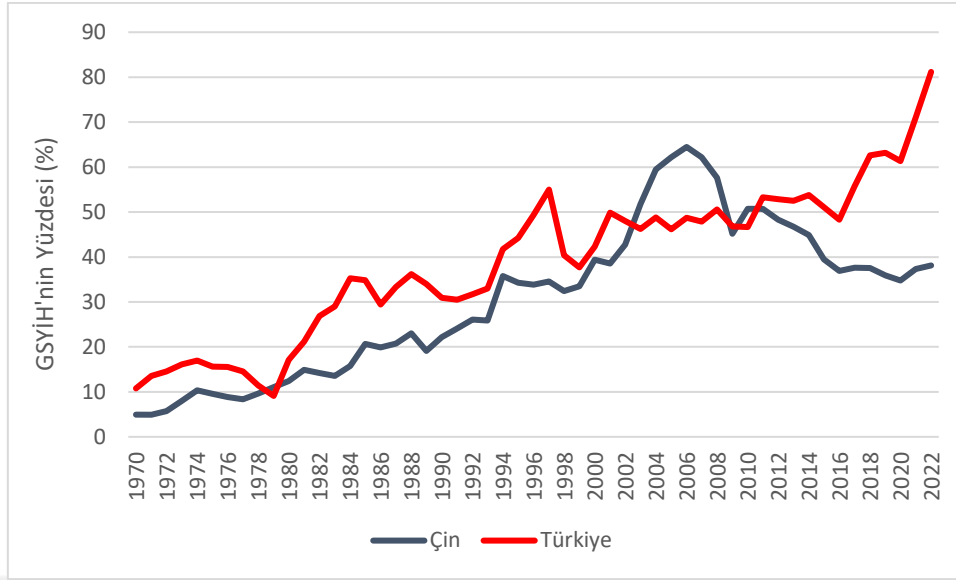
**Grafik 28:** 1990-2012 Yıllarında Türkiye’de Sektörlere Göre Enerji Yoğunluğu

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 28, 1990-2012 yılları arasında Türkiye’de sektörler göre enerji yoğunluğunu göstermektedir. Grafik 28’de görüldüğü üzere Türkiye’de enerji yoğunluğu sanayi sektöründe artış ve azalışların olduğu dönemler sergilemiş, tarım ve hizmetler sektöründe ise genel olarak bir artış gerçekleşmiştir. Birincil ve nihai enerjinin yoğunluğu ise genel

olarak düşük seviyelerde bir azalış sergilemiştir. Şunu da belirtmek gerekir ki, Türkiye’de genel olarak enerji yoğunluğu Çin’e göre düşük düzeydedir. Ancak grafikte gösterilen dönemde, yıllar itibariyle Türkiye’de Çin’e nazaran enerji yoğunluğunda ciddi düşüşler gerçekleşmemiştir. Türkiye’de hizmet sektörüne gelen DYY’nin en yoğun olduğu 2005-2009 döneminin büyük bölümünde ve genel olarak hizmet sektöründe enerji yoğunluğunda bir artış gerçekleşmiştir. Türkiye’de en çok DYY akışının gerçekleştiği sektörlerden birisi olan hizmet sektöründe enerji yoğunluğunun 1990-2012 döneminde artması DYY’nin CO<sub>2</sub> salımını artırdığı yönündeki ampirik bulguları destekler niteliktedir. Ancak grafikte sınırlı bir dönemde, 1990-2012 yılları arasındaki sektör bazlı enerji yoğunluğunun gösterildiğini tekrar hatırlatmakta fayda vardır.

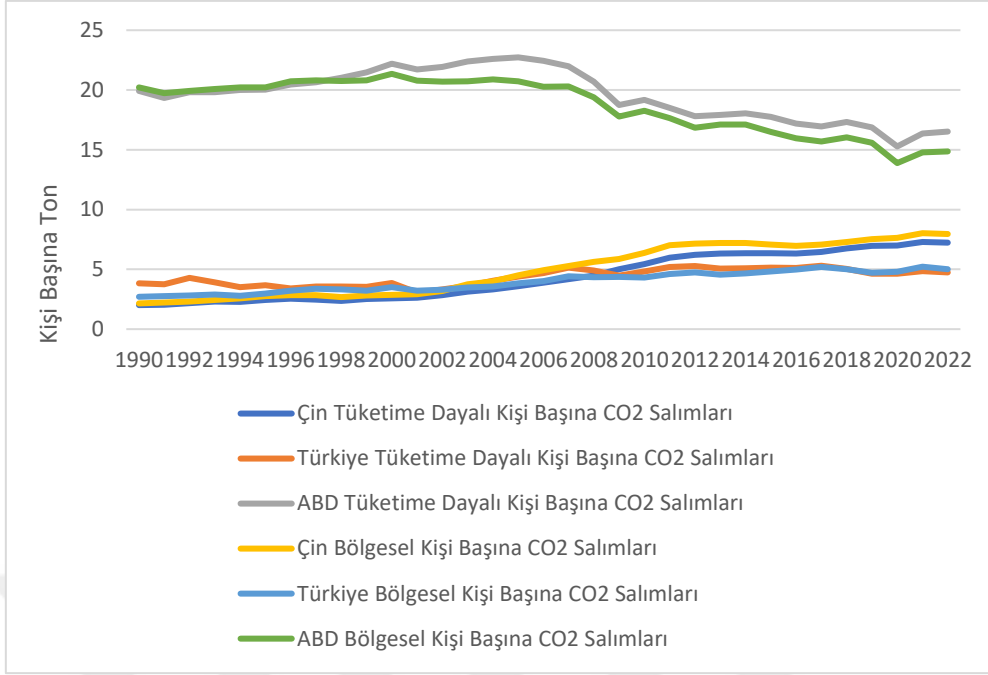
OECD tarafından geliştirilen Çevresel Politika Sıkılığı Endeksi (Environmental Policy Stringency Index-EPS), ülkelerin çevresel politikalarının ne derece sıkı olduğunu ölçen bir göstergedir. Endeks, karbon vergileri, emisyon ticaret sistemleri ve çevre düzenlemeleri gibi çevreyle ilgili ekonomik enstrümanların uygulama yoğunluğu ve etkinliğini dikkate alır. Endeks, 0 (en düşük sıkılık) ile 6 (en yüksek sıkılık) arasında değer almaktadır. Türkiye’nin bu endekste ki durumu, genellikle diğer OECD ülkelerine kıyasla daha düşük düzeydedir. Bu, Türkiye’nin çevresel politikalarının genellikle daha az sıkı olduğunu ve ekonomik büyümeyi engellemek adına çevresel düzenlemelerde nispeten daha esnek kaldığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Kaldı ki, bu gösterge açısından Türkiye ve Çin kıyaslandığında, 2012 yılından sonra Çin’in Türkiye’den daha yüksek bir skora ulaştığı ve Çin’in çevresel politikalarının Türkiye’ye göre daha sıkı olduğunu söylemek mümkündür(<https://data-explorer.oecd.org> E.T. 15/12/2024). Bunun en büyük nedenlerinden birisi de, Çin’de uygulanmaya başlanan emisyon ticaret sistemidir.



**Grafik 29:** 1970-2022 Yılları Arasında Ticari Dışa Açıklık

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 29'da Türkiye ve Çin'de 1970-2022 yılları arasında ticari dışa açıklık oranları gösterilmektedir. Bu çalışma kapsamında ticari dışa açıklık bir ülkenin mal ve hizmet ithalatı ile ihracatının toplamının GSYİH içerisindeki payı olarak ele alınmıştır. Her iki ülke içinde ticari dışa açıklık değişkeninde genel olarak bir artış eğilimi gözlenmekle birlikte bu değişkenin dalgalı bir seyir izlediği de oldukça belirgindir. Ampirik uygulama sonucunda elde edilen bulgulara göre ticari dışa açıklık Türkiye'de kişi başına CO<sub>2</sub> salımını negatif yönde etkilemekle birlikte tahmin edilen katsayı istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Ayrıca Türkiye için kısa dönemde ticari dışa açıklıktan kişi başına CO<sub>2</sub> salımını doğru bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Çin için tahmin edilen uzun dönem katsayılarına göre ticari dışa açıklıktaki %1'lik artış kişi başına CO<sub>2</sub> salımını %0,40 azaltmaktadır. Kısa dönemde ise ticari dışa açıklığın düzey değeri ile bir, iki ve üç gecikmeli hali sırasıyla, %5, %1, %1 ve %5 anlam düzeyinde CO<sub>2</sub> salımını artırmaktadır. Bu sonuçlara göre dışa açıklığın her iki göstergesine göre de kısa dönemde Çin'de KCH geçerlidir. Kısa dönemde gözlenen bu durumun nedeni yabancı şirketlerin çevre dostu teknolojilerini kısa dönemde tam olarak transfer etmemesi veya yerel firmaların bu teknolojileri benimsemesinin zaman alması olabilir.



**Grafik 30:** 1990-2022 Yıllarında Tüketime Dayalı ve Bölgesel CO<sub>2</sub> Salımları

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 30, Türkiye, Çin ve ABD’de kişi başına bölgesel CO<sub>2</sub> ve kişi başına tüketime dayalı CO<sub>2</sub> salımlarını göstermektedir. Bu çalışma kapsamında analiz edilen emisyonlar, bölgesel emisyonlar olarak adlandırılan ve belli bir coğrafyada üretilen CO<sub>2</sub> salımlarıdır. Dolayısıyla, bu yaklaşıma göre ihraç edilen ürünler için üretilen CO<sub>2</sub> salımları ürünlerin tüketildiği ülkeye değil üretildiği ülkeye ait olmaktadır. Leichenko ve O’Brien (2021:117), 1970’de ABD, Avrupa ve Japonya’nın önde gelen mamul mal üreticileriyken o zamandan beri birçok ürünün imalat bölgeleri Doğu ve Güney Asya ile Latin Amerika’nın diğer ülkelerine ve gittikçe artan bir şekilde Çin ve Hindistan’a kaydırıldığını, yine bu dönemde ABD ve birçok batı Avrupa ülkesinin ekonomisini gittikçe artan şekilde daha temiz ve daha düşük karbon yoğun sektörlere doğru yönlendirdiklerini belirtmektedir. Bu sayede ülkeler, küreselleşen ticaret ve üretim sayesinde emisyonlarının mekansal olarak yerini değiştirmiş ve başka yerlerde üretilmiş ürünlerin ithalatı ve tüketimi üzerinden kendi bölgesel emisyonlarını düşürme olanağına sahip olmuşlardır. Grafik 30’da gösterilen Türkiye, Çin ve ABD’deki kişi başına düşen bölgesel CO<sub>2</sub> salımları ve tüketime dayalı CO<sub>2</sub> salımları incelendiğinde, ABD’nin kişi başına tüketime dayalı CO<sub>2</sub> salımlarının kişi başına bölgesel CO<sub>2</sub> salımlarından daha yüksek olduğu, buna karşılık Çin’de kişi başına bölgesel CO<sub>2</sub> salımlarının kişi başına tüketime dayalı CO<sub>2</sub> salımlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. 2000 yılından beri

ABD ve Çin arasındaki ticari ilişkiler, ABD ile Çin arasında ticaret savaşları başlayana kadar daha da kuvvetlenmişti. 2018 yılına ait verilere göre, ABD'nin ihracatta üçüncü büyük ortağı Çin iken, Çin'in ihracatında ABD birinci sıradaydı. İthalatta ise ABD'nin en büyük ithalat ortağı Çin iken, Çin'in ithalatında ABD üçüncü sırada yer almıştır(Şanlı ve Ateş, 2020:76). Dolayısıyla, ABD ile Çin arasındaki ticari ilişkiler geliştikçe ABD'deki tüketime dayalı CO<sub>2</sub> salımları ile bölgesel CO<sub>2</sub> salımları arasındaki farkın bir kısmı, Çin'den ihraç edilen ancak ABD'de tüketilen ürünlerin emisyonundan kaynaklanmaktaydı. Türkiye'de ise bu iki değişken birbirlerine ABD ve Çin'e kıyasla oldukça yakın değerler almaktadır. Bu kapsamda, Çin örneğinde ticari dışa açıklığın artması durumunda ihracat için artan üretimin (ölçek etkisi) neden olduğu CO<sub>2</sub> salımları ülke emisyonlarına dahil olmasından ötürü bölgesel emisyonların artması beklenmektedir. Eğer dikkate alınan tüketime dayalı kişi başına CO<sub>2</sub> salımları olsaydı, artan ticari dışa açıklık ile ihraç edilen mal ve hizmetlerden doğan emisyonlar tüketildiği ülke emisyonlarına dahil edileceğinden üretim yapılan ülkenin GSYİH'si içerisinde dış ticaretin(özellikle ihracatın) payının atmasına karşılık kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarında bir azalma beklenebilirdi. Ancak yapılan ampirik analiz sonucunda Çin örneğinde ticari dışa açıklığın artması sonucunda kişi başına bölgesel CO<sub>2</sub> salımlarının düştüğü sonucuna ulaşılmıştır. Dou vd (2021:4)'e göre uluslararası ticaretin karbon salımları üzerindeki etkisini analiz ederken ithalat ve ihracatın ayrı ayrı ele alınması önemlidir. Gerçekten de, ticari dışa açıklık toplam ticaret hacminin GSYİH içerisindeki payı olarak analiz edilirken bu pay içerisindeki ihracatın ve ithalatın bileşimi ile ithalata ve ihracata gömülü CO<sub>2</sub> emisyon miktarları, ticari dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisinin şiddetini ve yönünü belirleyecektir. Ancak bu analiz, CO<sub>2</sub> salımları ile dış ticaret arasındaki ilişkinin dinamik yönünü göz ardı etmektedir. Bu iki değişken arasında doğrudan bir ilişkiden ziyade dolaylı bir ilişki, dolayısıyla farklı dinamiklerin ortaya çıkması beklenen sonucu değiştirebilecektir. Xie ve Wu (2021:3)'ya göre ticaretin gelişimi, yalnızca doğrudan değil dolaylı yollarla da çevresel kaliteyi etkileyebilir. Ticaretin gelişmesi; emek verimliliğini artırma, pazar büyüklüğünün artışı, üretimde uzmanlaşma ve teknolojik yayılma gibi ekonomik büyümeyi destekleyen etkilerle, çevresel performansı dolaylı yollarla şekillendirir. Dolaylı etkilerin doğrudan etkilere karşı baskın gelmesi durumunda bu dolaylı etkilerin analizlerde göz ardı edilmesi, ticaretin çevre üzerindeki toplam etkisinin eksik veya düşük bir şekilde değerlendirilmesine neden olabilir. Dolayısıyla,

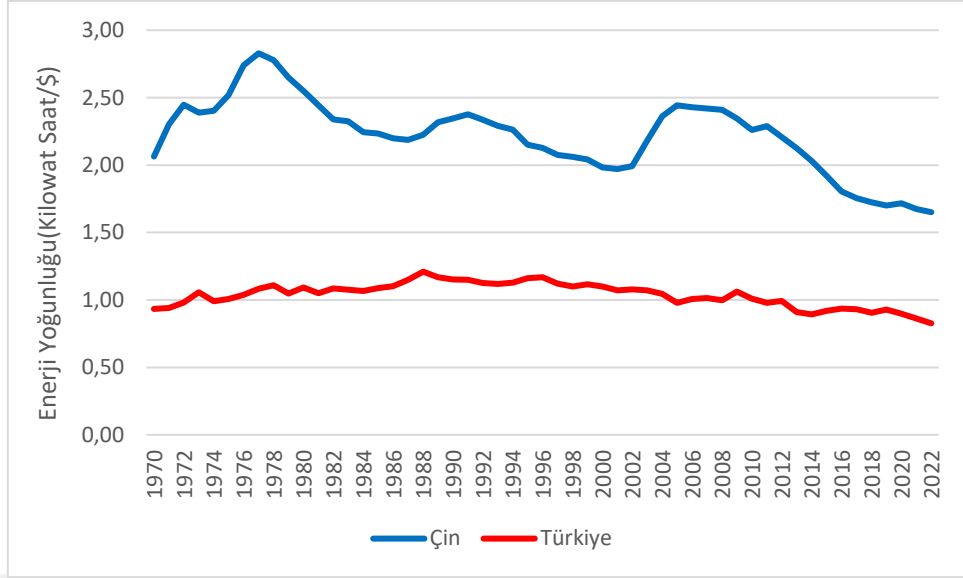
ticaretin çevre üzerindeki etkilerini anlamak için hem doğrudan hem de dolaylı etkilere neden olan mekanizmaları dikkate almak gerekmektedir. Bu kapsamda, ticaretin çevresel kaliteye etkilerinin en yaygın göstergelerinden olan karbon salımı için de benzer etkiler geçerlidir.

Bu çalışma kapsamında elde edilen kısa dönem katsayılarına göre gerek ticari açıklık gerekse DYY'ler Çin'de CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Bunun nedeni olarak Çin'in uzun yıllar boyunca sergilediği muazzam büyüme performansında dış ticaret ve DYY'lerin oynadığı rol gösterilebilir. Gerçekten de, uzun dönem katsayılarına göre Çin'de CO<sub>2</sub>'yi artıran en büyük faktör kişi başına GSYİH, sonrasında enerji tüketimidir. Değişkenler arasındaki dinamik ilişkiler sonucunda ticari açıklık ile DYY'lerin kısa dönemli CO<sub>2</sub>'yi artırıcı etkisi uzun dönemde GSYİH artışı ile dolaylı olarak CO<sub>2</sub> artışına neden olmuş olabilir. Ticari açıklık ekonomik büyümeyi ve enerji tüketimini artırarak daha çok CO<sub>2</sub> salımına neden olabilir. Ancak ekonomik büyüme aynı zamanda yenilenebilir enerji kullanımını ve enerji verimliliğini artırarak CO<sub>2</sub> salımlarının azaltılmasına katkı sunabilir. Ayrıca, ticari dışa açıklık yenilenebilir enerji teknolojilerinin ve enerji verimliliği teknolojilerinin geliştirilmesinde rol oynayarak CO<sub>2</sub> salımlarının azaltılmasına yardımcı olabilir. Gerçekten de, Çin gibi nispeten uzun yıllar boyunca dış ticaretle ekonomisini büyütmüş ve uluslararası ticarete uzmanlaşmış bir ülkenin zamanla gelişmiş ülkelerden çevre dostu ve enerji verimliliği sağlayan teknolojileri edinerek üretim süreçlerini daha verimli hale getirmesi ve karbon salımlarını azaltması olasıdır. Bununla birlikte, dışa açıklığın bir diğer yönünü oluşturan DYY'ler yoluyla da Çin'de uzun dönemde CO<sub>2</sub> salımları azalmaktadır. Dolayısıyla, dışa açıklığın her iki göstergesi açısından da Çin'de uzun dönemde KCH geçersiz bulunmuştur. Bu yönüyle elde edilen ampirik sonuçlara göre gerek DYY'nin gerekse ticari dışa açıklığın negatif değer alması ve istatistiksel olarak anlamlı bulunması Çin'de uzun dönemde KHH'nin geçerli olduğuna dair ipuçları sunmaktadır. KHH'ye göre DYY'ler, sürdürülebilir çevre teknolojilerini geliştirmekte olan ülkelere aktararak ekolojik sürdürülebilirliği artırır ve çevresel koşulların iyileşmesine katkıda bulunabilir. Gelişmiş ülkelerin ileri bilgi ve çevresel kaliteye dair iyi uygulamalarını içeren uluslararası şirketlerin DYY yoluyla getirdiği temiz üretim teknolojileri ve yatırımları, gittikleri ülkelere çevre kalitesini iyileştirebilir. Bu şekilde, gelişmekte olan ülkelere yapılan DYY çevresel iyileşmeye neden olur. Çin ülke

örneğinde de DYY'lerin ve ticari dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımlarını azaltmasının nedeni budur.

He (2006:229-230)'ye göre DYY şirketleri, daha az verimli yerel firmaların yerini aldığı ev sahibi ülkenin toplam kirliliğinde bir azalma gerçekleştirebilir. DYY'nin varlığı rekabeti artırarak yerel firmaları Ar-Ge faaliyetlerini ve üretim verimliliğini artırmaya teşvik edebilir. Bu durum, uzun vadede ekonomik verimliliği artırır. Ticarete uzmanlaşma ve DYY'nin yer seçimi arasındaki benzerlik dikkate alındığında, geleneksel ticaret teorilerinde kullanılan faktörler DYY'nin kompozisyon etkisini açıklamak için de kullanılabilir. Çin'in gevşek çevresel düzenlemeleri KCH'ye göre kirletici yabancı sermaye akışını çekerken ucuz iş gücü de geleneksel karşılaştırmalı üstünlükler teorisine göre daha az kirletici emek yoğun endüstrilerin genişlemesine neden olabilir. Uluslararası ticaretin neden olduğu nihai kompozisyon değişimi, bu iki avantaj arasındaki dengeye bağlıdır. Aynı sonuç DYY durumu için de geçerlidir. Ayrıca, DYY ev sahibi ekonomide kirliliği azaltma kapasitesine doğrudan katkı yaparak ya da dolaylı olarak gelir artışının daha iyi bir çevre için kamu talebini güçlendirmesi yoluyla çevresel düzenlemelerin güçlendirilmesine katkı sunabilir. DYY'nin bu üç emisyon faktörü üzerindeki etkileri, nihai emisyon sonuçlarını ve gelecekteki DYY kararlarını etkileyebilir. Bu nedenle, DYY ve çevre arasındaki ilişkiyi daha iyi anlamak için ölçek, kompozisyon ve teknik etkilerdeki değişimlerin dikkate alınması gerekmektedir.

Karbon yoğunluğu, CO<sub>2</sub> salımının üretime yani GSYİH'ye oranı olarak tanımlanabilir. Ayrıca CO<sub>2</sub> salımının enerji üretimine veya enerji tüketimine oranı olarak da ölçülebilir. Enerji yoğunluğu ise enerji tüketiminin GSYİH'ye oranıdır. Bu oranlardan karbon yoğunluğu bir birim çıktı için ortaya çıkan CO<sub>2</sub>'yi ölçerken enerji yoğunluğu bir birim çıktı için tüketilmesi gereken enerjiyi ölçmektedir. Karbon yoğunluğunun düşük değerler alması üretim başına daha düşük karbon salımı ya da daha verimli enerji tüketimi anlamına gelmektedir. Enerji yoğunluğunun düşük değerler alması da benzer şekilde enerji tüketiminde verimliliğe işaret etmektedir(<https://sosyalekonomi.org> E.T. 27/11/2024).



**Grafik 31:** 1970-2022 Yılları Arasında Enerji Yoğunluğu

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 31’de ise Türkiye ve Çin’de 1970-2022 yılları arasında dolar başına kilovat saat cinsinden enerji yoğunluğu yani GSYİH birimi başına birincil enerji tüketimi gösterilmektedir. Burada, daha önceki analizlerde olduğu gibi GSYİH, enflasyona ve ülkeler arasındaki yaşam maliyetindeki farklılıklara göre ayarlanmıştır. Türkiye’de enerji yoğunluğu Çin’e göre daha düşük seviyelerdedir. 1996 yılından sonra Türkiye’de düşük düzeylerde bir azalış seyri gözlenmiştir. Çin’de ise bu oran 1970 yılında “2” civarındayken yıllar itibariyle dalgalı bir seyir izleyerek 2022 yılında yaklaşık “1,65” değerini düşmüştür. Çin’de karbon yoğunlu ile enerji yoğunluğunun Türkiye’ye göre daha yüksek olması tahmin edilen modellerden elde edilen sonuçlara göre Çin’de GSYİH’deki ve enerji tüketimindeki %1’lik artışın Türkiye’ye göre daha fazla CO<sub>2</sub> artışına neden olmasını açıklamaktadır.



## SONUÇ

CO<sub>2</sub> salımı, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve dışa açıklık arasındaki ilişkinin Türkiye ve Çin ülke örneğinde incelendiği bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre Türkiye ve Çin ülke örneklerinde kişi başına CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına birincil enerji tüketimi, kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına GSYİH, kişi başına GSYİH'nin karesi, ticari dışa açıklık oranı ve net doğrudan yabancı yatırım girişlerinin GSYİH'deki oranı arasında bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Yapılan analizler sonucu elde edilen sonuçlar özet halinde Tablo 26'da sunulmuştur.

|                                                         | <b>Türkiye</b>                                                                              | <b>Çin</b>                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eşbütünleşme                                            | Var                                                                                         | Var                                                                                                                                        |
| Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi                        | Uzun dönemde geçerli                                                                        | Uzun dönemde geçerli                                                                                                                       |
| Kirlilik Cenneti Hipotezi                               | Uzun dönemde DYY için geçerli<br>Kısa dönemde geçersiz                                      | Uzun dönemde geçersiz<br>Kısa dönemde DYY ve ticari dışa açıklık için geçerli                                                              |
| Kirlilik Hale Hipotezi                                  | Uzun dönemde geçersiz<br>Kısa dönemde DYY için geçerli                                      | Uzun dönemde DYY ve ticari dışa açıklık için geçerli<br>Kısa dönemde geçersiz                                                              |
| Uzun Dönemli İlişkiler,<br>Değişkenlerin Etkisi ve Yönü | (+%0,022)Fdi*<br>(+%3,86)Gdp*<br>(-%0,19)Gdp <sup>2</sup> *<br>(-%0,067)Rnw*<br>(+%0,66)Ec* | (-%0,031)Fdi*<br>(+%6,27)Gdp*<br>(-%0,30)Gdp <sup>2</sup> *<br>(-%0,65)Rnw*<br>(+%1,19)Ec*<br>(-%0,40)Trade*                               |
| Kısa Dönemli İlişkiler,<br>Değişkenlerin Etkisi ve Yönü | (%0,13)CO <sub>2</sub> -1*<br>(-%0,018)Fdi-1*<br>(-%0,10)Rnw*                               | (+%0,38)CO <sub>2</sub> -1*<br>(+%0,77)CO <sub>2</sub> -2*<br>(+%0,65)CO <sub>2</sub> -3*<br>(+%0,5)Ec*<br>(-%1,02) Ec-1*<br>(-%0,79)Ec-2* |

|                           |                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                           |                                                                                                                                                      | $(-0,28)Ec-3^*$<br>$(+0,036)Fdi-1^*$<br>$(+0,023)Fdi-3^*$<br>$(-0,45)Gdp2^*$<br>$(-0,047)Gdp2-1^*$<br>$(-0,39)Rnw^*$<br>$(+0,42)Rnw-1^*$<br>$(+0,47)Rnw-2^*$<br>$(+0,23)Rnw-3^*$<br>$(+0,10)Trade^*$<br>$(+0,57)Trade-1^*$<br>$(+0,30)Trade-2^*$<br>$(+0,075)Trade-3^*$ |
| Kısa Dönem Nedenselliklik | $Fdi \rightarrow Co2$<br>$Rnw \rightarrow Co2$<br>$Trade \rightarrow Co2$<br>$Rnw \rightarrow Ec$<br>$Ec \rightarrow Fdi$<br>$Trade \rightarrow Fdi$ | $Fdi \rightarrow Co2$<br>$Co2 \rightarrow Ec$<br>$Gdp^2 \leftrightarrow Gdp$                                                                                                                                                                                            |
| Uzun Dönem Nedensellik    | $f(Co2   Ec, Gdp, Gdp^2, Fdi, Rnw, Trade)$<br>$f(Ec   Co2, Gdp, Gdp^2, Fdi, Rnw, Trade)$<br>$f(Rnw   Co2, Ec, Gdp, Gdp^2, Fdi, Trade)$               | $f(Co2   Ec, Gdp, Gdp^2, Fdi, Rnw, Trade)$<br>$f(Ec   Co2, Gdp, Gdp^2, Fdi, Rnw, Trade)$<br>$f(Fdi   Co2, Ec, Gdp, Gdp^2, Rnw, Trade)$<br>$f(Rnw   Co2, Ec, Gdp, Gdp^2, Fdi, Trade)$                                                                                    |

**Tablo 26:** Ampirik Uygulamaların Özet Sonuçları

\*Parantez içerisindeki değerler ilgili değişkenlerde %1 artış durumunda kişi başına CO<sub>2</sub> salımında %artışı/azalışı göstermektedir.

**Kaynak:** Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Türkiye örneğinde elde edilen ampirik bulgular Halıcıoğlu(2009), Ertuğrul vd.(2016), Öztürk ve Acaravcı (2013) ve (2010), Bayramoğlu ve Yurtkur(2016), Saint Akadiri vd.(2020), Özdemir ve Koç (2020), Çil (2022), Çetin ve Saygın(2019)'ın bazı ampirik

bulgularıyla örtüşmektedir. Halıcıoğlu (2009), 1960-2005 yılları arasındaki döneme ait verilerden yola çıkarak Türkiye'deki CO<sub>2</sub> salımlarını açıklamada en önemli değişkenin gelir olduğunu ve bunu ticari enerji tüketimi ve dış ticaretin izlediği sonucuna ulaşmıştır. Kişi başına ticari enerji tüketimindeki her %1'lik artış için kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını %0,78 artırmaktadır. Uzun dönemde gelir de CO<sub>2</sub> salımlarını pozitif yönde etkilerken, kişi başına gelirin karesi negatif yönde etkilemektedir. Ayrıca uzun dönemde dış ticaretin CO<sub>2</sub> salımlarına katkısı oldukça düşük düzeylerde. Çalışmamız kapsamında elde edilen bulgulara göre de Türkiye'de kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını en çok etkileyen değişken kişi başına GSYİH olarak belirlenmiştir. Ayrıca GSYİH, GSYİH'nin karesi ve enerji tüketimi değişkenlerinin kişi başına CO<sub>2</sub> salımına etkileri benzer yöndedir. Ancak Halıcıoğlu(2009), dış ticaretin kişi başına CO<sub>2</sub> salımına etkisinin oldukça düşük olmakla birlikte pozitif yönde olduğunu belirlemiştir. Çalışmamız kapsamında ticari dışa açıklığın kişi başına CO<sub>2</sub> salımına etkisi negatif yönde ancak istatistiksel olarak anlamsızdır.

Ertuğrul vd.(2016), gelişmekte olan ülkeler içerisinde en çok karbon salımına neden olan Türkiye'nin de dahil olduğu 10 ülkede 1971-2011 dönemi için CO<sub>2</sub> salımları, ticari açıklık, reel gelir ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre bu değişkenlerin Türkiye, Tayland, Hindistan, Brezilya, Çin, Endonezya ve Güney Kore'de eşbütünleşik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, bu ülkelerin çoğunda enerji tüketimi CO<sub>2</sub> salımlarını artırmaktadır. Bu sonuçlar çalışmamızda elde edilen bulgularla örtüşmektedir. Öztürk ve Acaravcı(2010), Türkiye'de 1968-2005 yılları arasında büyüme, CO<sub>2</sub> salımları, enerji tüketimi ve istihdam oranı arasında uzun dönemli bir ilişki tespit etmiştir. Benzer şekilde Öztürk ve Acaravcı (2013), 1960-2007 yılları arasında kişi başına CO<sub>2</sub> salımları, dışa açıklık, kişi başına reel gelir, kişi başına reel gelirin karesi ve kişi başına enerji tüketimi arasındaki eşbütünleşmeyi doğrulamıştır. Farklı olarak çalışmalarında finansal gelişmeyi de dahil etmişlerdir. Bayramoğlu ve Yurtkur(2016), 1960-2010 yılları arasında Türkiye'de CO<sub>2</sub> salımları ile ekonomik büyüme arasında eşbütünleşme tespit etmiştir. Saint Akadiri vd.(2020), Türkiye'de 1970-2014 yılları arasındaki döneme ait verilerden yola çıkarak CO<sub>2</sub> salımı, elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve küreselleşme arasında uzun dönemli bir ilişki tespit etmişlerdir. Uzun dönemde, Türkiye'de CO<sub>2</sub> salımlarının temel nedenleri elektrik tüketimi ve ekonomik büyümedir. Elde edilen bu sonuçlar, çalışmamız kapsamında Türkiye örneğinde ulaşılan bazı bulgularla benzerlik göstermektedir. Özdemir ve Koç (2020),

1960-2017 yılları arasında Türkiye’de, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> salımları, reel GSYİH, enerji tüketimi, yenilenebilir enerji kullanımı ve ticari dışa açıklık değişkenleri arasında uzun vadeli bir denge ilişkisi saptamıştır. Elde edilen ampirik sonuçlar, enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını pozitif, yenilenebilir enerji kullanımının ise negatif yönde etkilediğini göstermiştir. Çetin ve Saygın (2019)’da benzer şekilde Türkiye’de 1960-2014 yılları arasındaki döneme ait verilerle CO<sub>2</sub> salımı, kişi başına reel gelir, kişi başına reel gelirin karesi, enerji tüketimi ve ticari açıklık arasında uzun dönemli bir ilişki tespit etmişlerdir. Ayrıca enerji tüketimi CO<sub>2</sub>’yi artıran önemli bir faktördür. Çil (2022), 1970-2016 yılları arasında Türkiye’de KCH ve ÇKE Hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, enerji tüketimi CO<sub>2</sub> salımlarını önemli düzeyde artırmaktadır. Şahin vd.(2019), Türkiye’de CO<sub>2</sub> dahil sera gazları, DYY, imalat sanayiinde katma değer ve üç farklı dışa açıklık türü arasında uzun dönemli bir ilişki ve eşbütünleşme tespit etmiştir. Bununla birlikte çalışmamızın bulgularına benzer şekilde Türkiye’de KCH’nin geçerli olduğuna dair güçlü bulgular, buna karşılık KHH’nin geçerli olduğuna dair zayıf bulgular tespit etmiştir. Burada şunu da belirtmek gerekir ki, Şahin vd.(2019)’nin araştırmasında ticari dışa açıklığın farklı tanımlarına göre dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımlarına etkisi değişmektedir. Yılmaz ve Ersoy(2019) ise Türkiye, Malezya, Tayland, Endonezya, Singapur ve Filipinler’de 1975-2006 tarihleri arasındaki dönem için CO<sub>2</sub> salımı, imalat sanayiinde yaratılan katma değer, DYY, kişi başına GSYİH artışı arasında eşbütünleşme ilişkisine rastlamamıştır ancak DYY’nin CO<sub>2</sub>’yi artırdığı sonucuna ulaşmışlardır.

Dou vd.(2021)’nin Çin, Japonya ve Güney Kore ülke örnekleri üzerinde 1970-2019 yılları arasındaki dönem için yaptığı çalışmada ticari açıklığın CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığına dair bulgusu, Tan vd.(2021)’nin Çin’de 1985-2018 dönemi için yaptığı analizde enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığına dair bulgusu, Jayanthakumaran vd.(2012)’nin Çin ve Hindistan’da enerji tüketimindeki artışın uzun dönemde kişi başına CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığına dair bulgusu, Ertuğrul vd.(2016)’nin Çin’in dahil olduğu on gelişmekte olan ülkede 1971-2011 yılları arasındaki dönem için yaptığı çalışmada enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığına dair bulgusu, Zhang ve Zhang (2018)’in 1982-2016 yılları arasındaki döneme ait verilerle Çin ülke örneğinde yaptığı araştırma sonucunda hizmet ticaretinin CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkisinin negatif olduğuna dair bulgusu, Liu vd.(2021)’nin 1995-2017 yılları arasındaki döneme ait verilerle Çin eyalet verilerinden yola çıkarak yaptığı çalışmada ticaretin ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub>

salımlarını negatif yönde etkilediğine dair bulgusu, Udemba vd.(2020)'nin 1995Q1-2016Q4 dönemleri arasındaki üçer aylık verilerle Çin ülke örneğinde elde ettiği uzun dönemli ilişki ve enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığına dair bulgusu, Zhang ve Cheng (2009)'in 1960-2007 yılları arasında Çin'de uzun dönemde enerji tüketiminin karbon salımlarına neden olduğu bulgusu, Dong vd. (2018)'nin 1993-2016 yılları arasında Çin'de yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığı bulgusu, Chen vd.(2019)'nin 1980-2014 yılları arasında Çin'de CO<sub>2</sub>, ekonomik büyüme, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji üretimi ile dış ticaret arasında uzun dönemli ilişkilerin olduğu ve yenilenemeyen enerji ve kişi başına GSYİH'nin CO<sub>2</sub>'yi artırdığı buna karşılık yenilenebilir enerjinin ve dışa açıklığın CO<sub>2</sub>'yi azalttığı bulgusu, Wang vd.(2021)'nin Çin'de yüksek teknoloji endüstrisine yönelen DYY'nin CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığına dair bulgusu, Naimoğlu (2022)'nin Çin'de DYY'lerin CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığı dolayısıyla KHH'nin geçerli olduğu bulgusu bu çalışma kapsamında Çin ülke örneğinde elde edilen bulgularla örtüşmektedir. Ayrıca Zeren(2015)'in çalışmasında nedensellik testlerine göre ABD, Fransa, Kanada ve İngiltere'de DYY'nin CO<sub>2</sub> salımlarının nedeni olduğu yönündeki bulgusu çalışmamız kapsamında Türkiye ve Çin ülke örneklerinde yapılan nedensellik testleri sonucunda ulaşılan sonuçlarla örtüşmektedir. Zeren(2015)'e göre Kanada'da KCH geçerli iken ABD, Fransa ve İngiltere'de KHH geçerlidir. Ayrıca, Chen vd.(2019)'nin Çin'de KCH'nin geçersiz olduğu bulgusu, Yılmazer ve Ersoy(2009), Kılıçarslan ve Dumrul(2017) ve Şahin vd.(2019)'nin ise Türkiye'de KCH'nin geçerli olduğuna dair bulguları bu çalışma ile elde edilen bulgularla örtüşmektedir.

Türkiye ve Çin'de ÇKE hipotezinin geçerli olduğuna dair elde edilen bulguya uygun olarak, Ang (2007), Fransa'da; Aslam vd.(2012), Malezya'da; Kim vd.(2018), 131 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede; Kasman ve Duman(2015), AB üyesi ve aday ülkelerde; Jayanthakumaran vd.(2012), Çin ve Hindistan'da; Bento ve Mouhinto(2015), İtalya'da; Wen vd.(2021), Nepal, Hindistan, Bangladeş ve Sri Lanka'da; Zubair vd.(2021), Nijerya'da; Vural(2020), sekiz Sahra Altı Afrika ülkesinde; Jebli vd. (2016), 25 OECD ülkesinde; Shahbaz (2013), Güney Afrika'da; Ertuğrul vd.(2016), Türkiye, Hindistan, Çin ve Güney Kore'de; Zhang ve Zhang(2018) ve Ren vd. (2014), Çin'de; Doğan ve Şeker (2016), yenilenebilir enerji alanında en iyi olan ülkelerde; Orman vd.(2019); gelişmiş ve gelişmekte olan 91 ülke örneğinde; Tekbaş(2022); 27 yüksek gelirli, 24 üst orta gelirli ve 21 düşük orta gelirli ülke grubu içerisinde yüksek ve üst orta

gelirli ülke gruplarında; Öztürk ve Acaravcı (2013), Çetin ve Saygın (2019) ve Bekun(2022) Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğuna dair bulgular sunmuştur. Halıcıoğlu (2009) ise uzun dönemde Türkiye’de gelirin CO<sub>2</sub> salımlarını pozitif yönde, gelirin karesinin ise negatif yönde etkilediğini ancak kişi başına CO<sub>2</sub> salımları ile kişi başına reel gelirin grafiksel gösteriminin ÇKE hipotezini desteklemediğini belirtmektedir. Ayrıca Mahmood vd. (2023), Çin’deki farklı kirlilik göstergeleri ve alan örnekleri kullanılarak ÇKE hipotezini test eden ampirik literatür üzerinde yaptıkları incelemede, ÇKE hipotezinin geçerliliğinin geçersizliğine oranla daha sık ortaya konulduğunu belirtmişlerdir. Karşılaştırmalı olarak, ÇKE hipotezini doğrulayan çalışmaların oranı yerel kirlilik göstergelerine kıyasla, CO<sub>2</sub> gibi küresel kirlilik göstergeleri kullanıldığında daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca, bir çalışmanın küresel bir kirlilik göstergesi kullandığında ÇKE hipotezinin geçerlilik olasılığının, geçersizliğe kıyasla 5,08 kat daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgularla literatürde yer alan bazı çalışmaların bulguları arasındaki temel benzerlikleri ve bazı farklılıkları belirttikten sonra şunu da belirtmek gerekir ki, ampirik literatürün özetlendiği bölümde ele alınan çalışmaların tamamına yakınında, incelenen değişkenler arasında çalışmamızda ulaşılan sonuçlara benzer şekilde uzun dönemli ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmaların çoğunda, Türkiye ve Çin ülke örneklerinde ulaşılan sonuçlara uygun olarak enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> salımlarını artırdığı, yenilenebilir enerji tüketiminin ise CO<sub>2</sub> salımlarını azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Yine ampirik çalışmalarda, büyümenin/gelirin CO<sub>2</sub> salımlarını artırıcı etkisine dair bulgu da karşılaşılan yaygın bir bulgudur. Bununla birlikte, ampirik literatür özetinde sunulan çalışmaların ulaştığı bulgularla bu çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlar arasında bazı farklılıklar da göze çarpmaktadır. Ancak ulaşılan sonuçların genel olarak literatürle uyumlu olduğu rahatlıkla söylenebilir. Ampirik sonuçlara göre kişi başına GSYİH artışı ve kişi başına enerji tüketimi CO<sub>2</sub> salımını artırdığından bu durum Türkiye ve Çin’de ekonomik büyümenin ve enerji tüketiminin karbon yoğun bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum, Çin’de Türkiye’ye göre daha baskındır.

Özellikle Avrupa Yeşil Mutabakat kapsamında, 2026 yılından itibaren uygulanmaya başlanacak olan sınırda karbon düzenlemesi, Türkiye ve Çin gibi dış ticaret hacmi yüksek ülkeler için çeşitli maliyetlere neden olacaktır. Sınırda karbon düzenlemesi, karbon salımını bir maliyet unsuru haline getirdiğinden bu mekanizma ihracata yönelik üretim

yapan sektörlerin ihracat maliyetlerini artırarak ülkelerin rekabet gücünü azaltabilir. Bu tür düzenlemeler, yüksek karbon yoğunluğuna sahip sektörlerdeki şirketler için üretim maliyetlerinin artmasına, dolayısıyla fiyat rekabetinde dezavantajlara neden olacaktır. Ayrıca, GSYİH ve enerji tüketimi arasındaki doğrudan ilişki bu maliyetlerin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini daha belirgin hale getirebilir. Yüksek karbon maliyetleri, yerli şirketlerin üretimlerini karbon düzenlemesi olmayan ülkelere taşıma riskini doğurmaktadır. Türkiye ve Çin, karbon salımlarını sınırlama konusunda ciddi politikalar geliştirmezse, uzun vadede küresel piyasalarda rekabet avantajını kaybedebilirler. Sınırdaki karbon düzenlemelerinin dolaylı etkileri istihdam kayıpları, şirket kapanmaları ve yerel piyasada fiyat artışları şeklinde hissedilebilir. Fiyat artışları ekonomide enflasyonist baskılar yaratır. Ayrıca, DYY'ler ve ticari işbirlikleri üzerinde olumsuz etkiler ortaya çıkabilir. Bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara göre Türkiye'de DYY'ler karbon salımını artırmaktadır. Bu durum, yabancı yatırımcıların karbon vergisi gibi ek maliyetlerden kaçınmak için yatırımlarını başka ülkelere yönlendirmesine neden olabilir. Yatırımcılar, daha düşük çevresel maliyetler sunan ülkeleri tercih edebilir. Sınırdaki karbon düzenlemeleri yatırımcılar tarafından bir tür politik risk olarak da algılanabilir. Bu da uluslararası yatırımlar için ülke cazibesini azaltır. DYY'nin azalması, hem teknoloji transferlerini hem de sermaye girişlerini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu, uzun vadede GSYİH büyüme hızında yavaşlama anlamına gelmektedir. Özellikle, karbon yoğun üretim yapan firmalar, yatırım yapmaktan çekinebilirler. Diğer yandan sınırdaki karbon uygulamaları, yeşil teknolojilere geçişi ve karbon yoğun üretimden uzaklaşmayı teşvik edeceğinden bu durum maliyetlerin yanında çeşitli fırsatlar da sunmaktadır. Sınırdaki karbon düzenlemeleri, uluslararası rekabet gücünü zayıflatabilir. Ancak, uzun vadede temiz teknolojilerde uzmanlaşma fırsatları sunarak rekabet gücünü artırabilir. DYY'ler daha düşük karbon yoğun sektörlerle yönelerek ekonomide bir sektörel dönüşüme neden olabilir. Yabancı yatırımcılar, daha temiz ve verimli üretim teknolojilerini ülkeye getirerek teknolojik dönüşümü hızlandırabilirler. Temiz teknolojilere yapılan yatırımlar ve yeni iş imkanları sayesinde ekonomik büyüme yeniden canlanabilir. Karbon yoğun sektörlerde istihdam kayıpları yaşanabilirken, temiz teknolojiler alanında yeni iş imkanları ortaya çıkabilir. Ulusal ölçekte bir karbon fiyatlandırma mekanizmasının oluşturulması hem yerli işletmeleri sınırdaki karbon düzenlemesine karşı hazırlayacak hem de çevresel hedeflerin benimsenmesini kolaylaştıracaktır. Bu kapsamda, yenilenebilir

enerji kullanımının artırılması, enerji verimliliğini sağlayan teknolojilerin geliştirilmesi ve benimsenmesi, AB'nin karbon düzenlemelerine uyum sağlamak ve ticaretteki karbon vergilerinden muaf olabilmek adına sektörel uyum projelerinin geliştirilmesi, ihracat ağırlıklı karbon yoğun sektörler mali ve teknik destek sağlanarak uluslararası rekabetçiliğin korunması, fosil yakıtlara dayalı enerji üretiminin yerini düşük karbonlu veya sıfır karbonlu enerji kaynaklarına bırakacak politika ve yatırımların artırılması ayrıca karbon yoğun sektörlerin daha çevreci teknolojilere yatırım yapmasının teşvik edilmesi gibi politikalar ile sınırda karbon uygulamalarının neden olacağı olumsuz etkilerin üstesinden gelmek mümkündür. Sınırda karbon düzenlemeleri, ÇKE'nin sürdürülebilir bir şekle evrilmesine zemin hazırlarken KCH etkisinin önüne geçmek için küresel işbirliklerini gerektirir. Sonuç olarak, DYY'lerin karbon salımını artırdığı Türkiye gibi bir ülkede sınırda karbon uygulaması kısa vadede ekonomik baskılar yaratsa da uzun vadede daha sürdürülebilir bir DYY yapısına geçişi zorunlu kılmaktadır. Bu süreç, ekonomik büyüme, DYY ve çevre koruma arasında bir denge kurmayı gerektirir ve bu denge ülkenin uluslararası rekabet gücünü koruması açısından kritik öneme sahiptir. Sınırda karbon uygulamasına maruz kalan bir ülkenin hem ekonomik hem de çevresel politikalarını yeniden şekillendirmesinin gerektiği açıktır.

Bu kapsamda, özellikle ticari dışa açıklığın CO<sub>2</sub> salımları üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılması önemlidir. Bu noktada, yapılan ampirik çalışmalarda dış ticaretin nasıl temsil edildiği önem arz etmektedir. Uluslararası ticaretin karbon salımları üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmalarda, ithalatın ve ihracatın etkilerinin ayrı ayrı belirlenmesine yardımcı olacak model tasarımları ile ulaşılabilecek sonuçların dış ticaretin karbon salımları üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacağını belirtmekte fayda vardır. Ayrıca, yapılan ampirik çalışmalarda bölgesel ve tüketime dayalı emisyonların ayrımına fazla önem verilmediği görülmektedir. Ticari serbestleşme ve küreselleşme ile birlikte emisyonların üretildiği yerle tüketildiği yer arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Ritchie, Rosado ve Roser (2023)'in "ourworldindata.org" web sitesinde yayımlanan bir analizine göre gerek tarihsel olarak gerekse de hali hazırda düşük ve orta gelirli ülkelerde geçerli olan bir durum olarak, CO<sub>2</sub> emisyonları ve gelirler arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Düşük kişi başına emisyonlar genellikle düşük gelirlerin ve yüksek yoksulluk seviyelerinin bir göstergesi olarak görülmektedir. Zengin ülkeler, ekonomik büyümelerini büyük ölçüde fosil yakıtlara dayandırdıkları için bugün düşük



emisyona oranlarına sahip olmalarına rağmen tarihsel olarak önemli miktarda emisyon salmışlardır. Bu nedenle zengin ülkeler, düşük gelirli ülkeler için büyüme alanı yaratmak amacıyla emisyonlarını hızlı bir şekilde azaltma sorumluluğu altındadırlar. Ayrıca emisyonların sadece üretim temelinde değil aynı zamanda tüketim temelinde de hesaplanması gerektiğini belirten yazarlar, ithal edilen malların üretimindeki emisyonların da dikkate alınması gerektiğini belirtmektedirler. Avrupa ve Kuzey Amerika'daki zengin ülkeler genellikle emisyon ithalatçısı iken, Asya'daki orta gelirli ülkeler net emisyon ihracatçısıdır. Tüketime dayalı emisyon hesaplamaları, bir ülkenin vatandaşlarının tüketim alışkanlıklarını ve yaşam tarzı seçimlerini daha iyi yansıtmaktadır. Emisyonların yer değiştirmesinden ziyade gerçekten azaltılmasının önemli olduğunu ifade eden yazarlar, tüketime dayalı emisyonları dikkate alan karşılaştırmaların emisyon azaltımının gerçekten başarılı olup olmadığını anlamamıza yardımcı olacağını belirtmektedirler.

Paris İklim Anlaşmasının “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluklar ve görece kabiliyetler ilkesi” dikkate alınarak, BMİDÇS taraf ülkelerinin küresel iklim eylemlerine kendi imkanları doğrultusunda katkı sağlamaları öngörülmüştür. Bu kapsamda, ülkeler her 5 yılda bir NDC'lerini güncelleyerek BMİDÇS Sekreteryası'na sunmalıdır. NDC'ler (Ulusal Katkı Beyanları), Paris Anlaşması'nın uzun vadeli hedeflerine ulaşılmasının temel unsurlarından birisidir. Türkiye, BMİDÇS'ye Eylül 2015 tarihinde sunduğu “Niyet Edilmiş Ulusal Katkı Beyanı (INDC)” ile 2030 yılına kadar referans senaryoya göre %21'e kadar sera gazı azaltım hedefini açıklamıştır. 13 Nisan 2023 tarihinde güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanını sunarak bu hedefi %41'e çıkarmıştır. Bu yeni hedef, 2030 yılında 695 Mt CO<sub>2</sub> eşdeğeri emisyon düzeyine ulaşmayı ve 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefine ilerlemeyi amaçlamaktadır (Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024:24). Bu kapsamda, İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030) hazırlanmıştır. Eylem planı 7 ana azaltım sektörüne yönelik 49 strateji ve 260 eylemden oluşmaktadır. 7 sektör dışında adil geçiş ve karbon fiyatlandırma mekanizmalarına yönelik strateji ve eylemler belirlenmiştir. Eylem planına göre Türkiye'de en fazla emisyonu neden olan sektörler sırasıyla enerji sektörü, endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, tarım ve atık sektörleridir. Enerji sektörü içerisinde ise en yüksek emisyon kaynakları sırasıyla elektrik ve ısınma, ulaştırma, imalat sanayi ve binalar olarak belirtilmiştir (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2024).

Ana azaltım sektörü olarak belirlenen tüm sektörlerde belirlenen stratejilerin genel olarak odak noktası, tüm sektörlerde enerji verimliliğini artırmak, enerji ve kaynak kullanımını azaltmak, enerji üretim sürecinin ve tüm ana sektör faaliyetlerinin karbon yoğunluğunu azaltmak, atık miktarını azaltarak döngüsel ekonomiyi sağlamak, tarımda sürdürülebilirliği artırmak, ekosistemleri ve yutak alanları korumak ve geliştirmek, sürdürülebilir ormancılık ve tarım uygulamalarını, tüm sektörlerde Ar-Ge ve inovasyon faaliyetlerini teşvik etmek, temiz enerji ve karbon yoğunluğu düşük teknolojilere olan yatırımları artırmak olarak özetlenebilir.

2022 verilerine göre Çin, 2021 yılında dünya kömür üretiminin ve tüketiminin yaklaşık yarısını gerçekleştirerek ilk sırada yer almıştır(<https://enerji.gov.tr> E.T. 18/12/2024). Dünya kömür rezervlerinin %90'ından fazlası ABD, Rusya, Avustralya, Çin, Hindistan, Almanya, Ukrayna, Polonya, Kazakistan ve Endonezya'da bulunmaktadır. Türkiye, linyit rezervinde dünya genelinde orta, taşkömüründe ise alt seviyededir. Dünya linyit rezervinin %3,2'si Türkiye'dedir ve büyük kısmı düşük ısı değerlidir. Bu nedenle, termik santrallerde kullanımı yaygındır(<https://enerji.gov.tr> E.T. 18/12/2024). 2019 yılı itibariyle, küresel sera gazı salımlarının en büyük kısmı enerji sektöründen (%33) kaynaklanmaktadır. Bu oranın %23'ü ise elektrik ve ısı üretiminden meydana gelmektedir. Bu üretimde kullanılan başlıca enerji kaynakları ise petrol, doğal gaz ve kömürdür. CO<sub>2</sub> salımları en yüksek olan ülkeler sırasıyla Çin, ABD, Hindistan, Rusya, Japonya ve Endonezya'dır. Türkiye %1,2'lik payla dünya genelinde 14. sırada yer almaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadelede enerji sektörünün kritik bir rol üstlenmesi gerekmektedir(EÜAŞ, 2023:12-13). Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgulara göre Türkiye ve Çin'de karbon salımını en çok artıran faktörler sırasıyla gelir ve enerji tüketimidir. Bu nedenle öncelikle üretimin karbon yoğunluğunu ve enerji yoğunluğunu azaltmaya yönelik politikalar her iki ülke için anlamlı politikalarlardır. Çin'de Türkiye'ye göre karbon yoğunluğu ve enerji yoğunluğu daha yüksektir. Bunun en büyük nedenlerinden birisi de Çin'de kömürün daha fazla kullanılmasıdır. Ampirik sonuçlara göre kişi başına GSYİH'nin ve enerji tüketiminin Çin'de Türkiye'ye göre daha fazla karbon salımına neden olmasının en önemli nedenlerinden birisi budur. Çin karbon yoğunluğu yüksek bir büyüme sergilemektedir.

Çin'de yenilenebilir enerjinin toplam enerji portföyündeki payı giderek artmış ve Çin yenilenebilir enerji alanında dünya çapında önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Ancak,

toplam enerji tüketiminde fosil yakıtlar, özellikle kömür hala baskın durumdadır. Çin, iddialı iklim hedeflerine rağmen fosil yakıtlara olan yatırımlarına devam etmektedir. Benzer çelişkili durum Türkiye için de geçerlidir. İklim değişikliğiyle mücadele konusunda önemli hedeflerini ilan eden Türkiye’de de henüz resmi olarak kömürden çıkışa dair bir program ilan edilmemiştir. Bu durum, gerek Türkiye’nin gerekse Çin’in kalkınma çabalarının sonucunda ortaya çıkan artan enerji talebinin karşılanabilmesi için enerji arz güvenliğini stratejik bir politika olarak belirlemesinden kaynaklanmaktadır. Her iki ülke için de yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasının, ithalata bağlı enerji sektörü için bir çıkış yolu sağlayacağı konusunda bir görüş birliği vardır. Ancak bu gerçekleşene kadar artan enerji ihtiyacının karşılanması gerekliliği fosil yakıtlara olan bağımlılığın sürdürülmesine neden olmaktadır.

Gerek Türkiye’de gerekse Çin’de yenilenebilir enerji potansiyeli oldukça yüksektir. Her iki ülkede 2005 yılında yenilenebilir enerji kanunu çıkararak yenilenebilir enerji yatırımlarını teşvik etmiştir. Ancak politik çeşitlilik, iddialı hedefler ve politika değişikliklerindeki dinamiklik açısından Çin, Türkiye’ye kıyasla oldukça ileridedir. Kaldı ki, Çin yenilenebilir enerjide dünya lideri konumundadır. Yenilenebilir enerji çeşitliliği açısından Çin, Türkiye’ye göre daha zengindir. Türkiye yalnız jeotermal enerji kurulu kapasitesinde Çin’den öndedir. Gerek güneş enerjisinde gerekse rüzgar enerjisinde Çin, dünya lideridir. Rüzgar enerjisi içerisinde deniz üstü rüzgar santrallerinde de Çin dünya lideridir. Türkiye’de henüz bu alanda bir yatırım gerçekleştirilmemiştir. Bu anlamda, yenilenebilir enerji kanunu ve akabinde yapılan yasal ve idari düzenlemeler Çin’de daha etkili olmuştur. Yenilenebilir enerjiyi teşvik etmek Çin ve Türkiye için karbon salımını azaltmanın önemli bir yoludur. Bu çalışma kapsamında elde edilen ampirik sonuçlar da bu yöndedir. Bu nedenlerle her iki ülkede en kısa zamanda kömürden çıkışa dair bir yol haritası oluşturularak enerji portföylerinde bulunan temiz enerjinin payı, fosil yakıtları azaltacak şekilde artırmalıdır. Bunun için yenilenebilir enerji yatırımlarını artıracak düzenlemelere hız verilmelidir.

Rüzgâr ve güneş enerjisi projeleri geliştirilirken çok sayıda kriterin göz önünde bulundurulması gerekmektedir ve alınması gereken izin sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Enerji sektöründeki paydaşların artan duyarlılığı daha detaylı analizleri gerektirmektedir. Çevreye duyarlı projeler için uygun saha seçimi, uzun dönem çevre düzeni planları, doğa ve arkeolojik koruma alanları bilgileri, askeri bölgeler ve özel yapılar gibi pek çok alt

bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bilgilerin güncel, standardize ve kolayca erişilebilir olması önemlidir. Yenilenebilir enerji üretimi yüksek olan ülkelerde, izin işlemlerinin daha sade olduğu bilinmektedir. Bu uygulama, yatırımların daha hızlı faaliyete geçmesini sağlamaktadır(Küpeli ve Güney, 2019:8). Bu uzun izin süreçleri bazen yıllarca sürebilmektedir. Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımları sırasında ÇED gibi prosedürlerin, süper izin mekanizması ile hızlandırılarak 48 aya kadar uzayabilen işlemlerin süresinin iki yılın altına indirilmesi hedeflenmektedir (<https://enerji.gov.tr> E.T. 23/12/2024). Bu nedenle, gerek Çin’de gerekse Türkiye’de yenilenebilir enerjiye yatırım süreçlerinde, projelendirme ve izin gibi aşamaların daha hızlı sonuçlandırılması konusunda daha fazla çaba gösterilmelidir. Ayrıca, yenilenebilir enerji üretimi arttıkça enerji depolama sorunu da ön plana çıkmaktadır. Bunun için enerji depolamada kullanılan yüksek teknoloji bataryaların geliştirilmesi şarttır. Batarya üretiminin bir diğer yönünde elektrikli araçlar bulunmaktadır. Çin, yenilenebilir enerji üretimi için gerekli minerallerce oldukça zengin durumdadır. Türkiye’de lityum iyon batarya üretiminde kullanılan hammadde kaynakları sınırlı görünse de bakır, alüminyum, kobalt, nikel, mangan, demir ve fosfat gibi çeşitli metal ve mineraller hali hazırda üretilmektedir. Ayrıca, lityum bileşenlerinin üretildiği Asya ve grafit madenleri bulunan Avrupa ülkelerine yakın konumdadır. Türkiye, jeopolitik konumu, potansiyeli ve mevcut altyapısı sayesinde avantajlara sahiptir(Gülcan vd. 2024). Ancak, gelecekte yaşanacak olası arz güvenliği sıkıntısı için her iki ülke de stratejiler geliştirmeli ve geri dönüşüme yönelik Ar-Ge faaliyetlerini artırmalıdır. Bu anlamda, Türkiye’nin Çin ile yapacağı ticari anlaşmalar ve stratejik ortaklıklar önemli kazanımlar sağlayabilir.

Çin, emisyon ticaretini başlatmış, yeşil enerji sertifikası uygulamasını hayata geçirmiştir. Böylece, karbon yoğun sektörleri daha fazla fiyatlandırarak ve yenilenebilir enerji tüketimini teşvik ederek temiz enerjiye daha fazla rekabet avantajı sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca, sabit fiyat tarifesi uygulamasından yenilenebilir portföy standardına geçerek artan sübvansiyonların mali yükünü azaltmak için politika değişikliklerine başvurmuştur. Türkiye’de ise emisyon ticaret sistemi henüz başlatılmamıştır. Yeşil enerji sertifikası muadili bir uygulama olan YEK-G uygulaması hayata geçirilmiş ancak henüz gönüllü bir uygulama olmaktan öteye geçememiştir. Emisyon ticareti, temiz enerjiyi desteklemenin yanında üretimin karbon yoğunluğunu ve enerji yoğunluğunu azaltmak adına önemli bir politikadır. Bu nedenle, Çin’deki

uygulamanın etkinliğinin artırılarak kapsamının genişletilmesi, Türkiye’de ise etkin bir şekilde başlatılması gereklidir.

Türkiye’de Çin’e göre enerji verimliliği daha yüksektir. Enerji verimliliğinin bir göstergesi olan enerji yoğunluğu Türkiye’de daha düşüktür. Bu kapsamda, enerji verimliliğini artırmak için Çin’in elinde daha büyük bir alan vardır. Çin, enerji verimliliği artırmaya yönelik projelere teşvikler vermeli, yeni binalara yönelik verimlilik standartlarını artırmalı, enerji tasarrufuna yönelik hedefler belirlemeli, eğitim amaçlı ve bilgilendirici etkinliklere hız vermelidir.

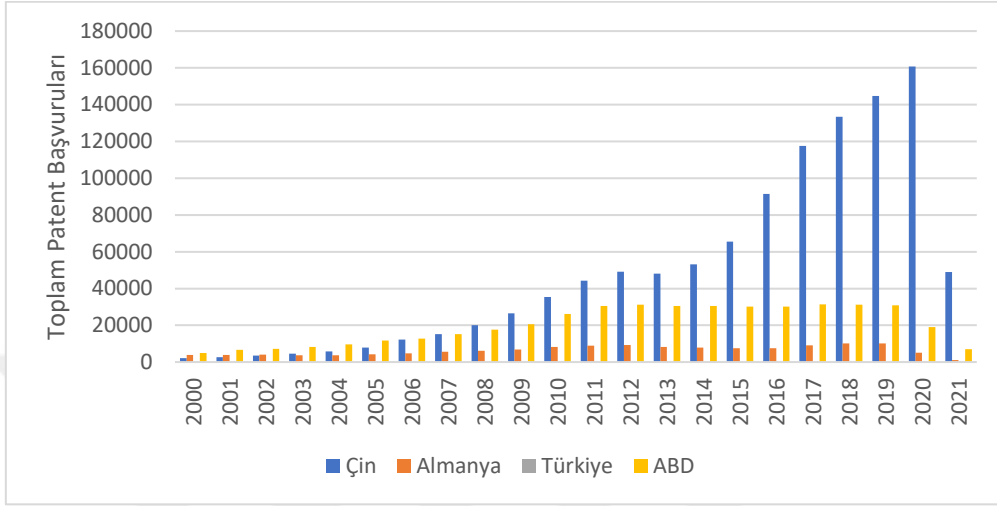
Gerek Çin’de gerekse Türkiye’de, enerjinin üretildiği bölge ile tüketildiği bölge arasında kesintili yenilenebilir enerjinin iletimi sorunu mevcuttur. Türkiye’de elektrik üretimi ve dağıtımında bölgesel bir eşitsizlik söz konusudur. Ülkenin batısında tüketim yüksek seviyedeysen, doğusunda üretim yoğunlaşmıştır(BAA Enerji Komisyonu, 2019:76). Ancak Türkiye’nin yüzölçümü olarak Çin’den daha küçük olması, enerjinin iletimi konusunda Türkiye’ye bazı avantajlar sağlamaktadır. Bu kapsamda, kesintili yenilenebilir enerjinin şebekeye bağlanmasına ve iletimine yönelik standartların belirlenerek altyapı yatırımlarının hızla gerçekleştirilmesi önemlidir.

Çevre düzenlemelerinin sıklığı açısından Türkiye ile Çin’i karşılaştırdığımızda, 2012 yılından sonra çevresel politika sıklığı endeksine göre Çin, Türkiye’den daha sıkı çevre standartlarına sahiptir. Gerçekten de, Kaya ve Arı (2021:1)’ya göre Türkiye’nin, elektrik sektöründe Çin için cazip bir yatırım ülkesi olmasının bir nedeni de Türkiye’nin çevre mevzuatının daha az sıkı olmasıdır. Türkiye’de çevre standartlarını artırılması, özellikle karbon yoğun sektörlerin emisyon ticareti kapsamına alınması bu bağlamda önemli bir politikaadır.

Bu noktada belirtilmesi gereken bir hususta, AR-GE yatırımlarının ve yeniliklerin (inovasyon) önemi ve bu alanda devletin rolüdür. Stern ve Valero (2021), iklim krizine karşılık çevresel sürdürülebilirlik ve yeni kapsayıcı bir büyüme yaklaşımının geliştirilmesine yönelik temiz yeniliklere ve bunların yayılımına yapılan yatırımların büyük önem arz ettiğini ifade etmektedirler. Stern (2022), karbon emisyonlarıyla mücadelede piyasa başarısızlıkları ve eksiklikleri nedeniyle hükümetlerin aktif rol oynaması gerektiğini vurgulamaktadır. Hükümetlerin, kaynak tahsisini yönlendirerek ve düşük karbonlu geçişi yönlendiren politikalar geliştirerek piyasaların daha iyi sinyaller vermesini sağlamaları gerekmektedir. Ayrıca, fırsat ve sonuçlarda eşitlik sağlamak için

hükümetlerin bölgeler ve bireyler arasında adil bir geçişi kolaylaştırması gerekmektedir. Bu süreç, yatırım, yenilik ve değişimi teşvik edecek bir hükümet yapısı gerektirir. Wen ve Zhao (2020), Çin’de işletmelerin inovasyonunu teşvik etmek ve sanayi yapısını yükseltmek amacıyla 2008 Ekonomik Teşvik Planıyla başlayan birçok sanayi politikasıyla ekonomiye müdahale edildiği ve bu sanayi politikalarında en yaygın kullanılan iki yöntemin hükümet sübvansiyonları ve finansman kolaylıkları olduğunu ifade etmektedirler. 2015 yılına gelindiğinde ise Çinli firmaların Ar-Ge yatırımlarını teşvik etmek amacıyla “Made in China 2025” planı başlatılmıştır. Bu plan, Çin’i büyük bir imalat ülkesinden güçlü bir imalat ülkesine dönüştürmeyi amaçlamaktadır. Planda, bilgi teknolojisi, robotik, yeşil enerji ve yeşil araçlar gibi bir dizi temel teknolojiyle yakından ilişkili on öncelikli alan hedeflenmektedir. Bu hedeflere ulaşmak için Çin hükümeti, piyasa erişimi karşılığında zorunlu teknoloji transferleri, yabancı yatırımlı firmalar için piyasa erişimi ve kamu alımı kısıtlamaları, uluslararası standartların geliştirilmesine katılım, sübvansiyonlar, finansal politikalar, devlet destekli yatırım fonları, yerel hükümet desteği, yurtdışında teknoloji arayışına yönelik yatırımlar, birleşme ve satın almalar ile kamu-özel ortaklıkları gibi on temel politika aracı kullanmaktadır. Wen ve Zhao (2020), 2012-2018 yılları arasındaki 1.440 Çinli A-grubu halka açık firma panel verilerine dayanarak yaptıkları ampirik analizde, Made in China 2025 kapsamındaki on temel alanla ilişkili ana faaliyetleri olan firmaların programın uygulanmasından sonra uygulanmayan firmalara kıyasla Ar-Ge yatırımlarını anlamlı şekilde artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca, politika etkilerinin KİT’ler ve özel işletmeler için farklılık gösterdiği görülmüştür. Buna göre pozitif etkiler KİT’lerde daha büyüktür. Özetle, Made in China 2025 esas olarak hükümet sübvansiyonları ve finansman kolaylıkları yoluyla firmaların Ar-Ge yatırımlarını artırmaktadır ve KİT’ler bu programdan daha fazla yararlanmaktadır. Bu noktada, bahsi geçen çalışmanın ulaştığı sonuçlardan yola çıkarak iki önemli hususun altını çizmekte yarar vardır. Birincisi, devletin başta yeşil enerji olmak üzere birçok yüksek teknolojili alandaki AR-GE faaliyetlerini artırmak için ekonomiye aktif müdahalede bulunduğu bir diğer nokta ise özel sektörün yanında KİT’lerin de AR-GE faaliyetlerinde önemli bir aktör olduğudur. Bu kapsamda, Çin özellikle sürdürülebilir enerji alanında başvuru patent sayıları ile de dikkat çekmektedir. Yeşilhaber web sitesinde yer alan güncel bir habere göre Çin, 126.400 patent başvurusuyla güneş pilleri alanında dünya lideri

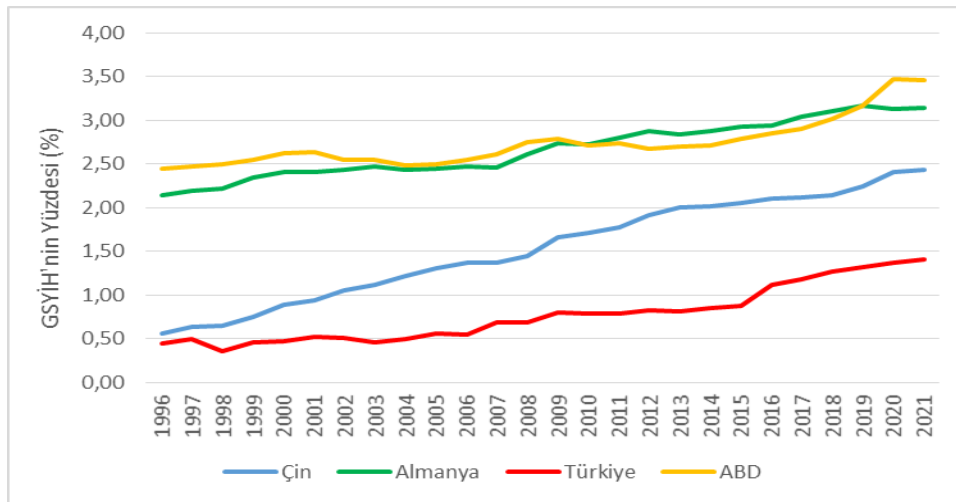
olmuştur(<https://yesilhaber.net> E.T. 22/12/2024). Grafik 32, sürdürülebilir enerji alanında yıllık olarak başvuru patent sayılarını göstermektedir. Sürdürülebilir enerji, rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynakları, enerji depolama, verimlilik, şebeke yönetimi ve elektrikli taşımacılığı içermektedir.



**Grafik 32: Sürdürülebilir Enerji Alanında Patent Başvuruları**

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 32’de görüldüğü üzere Çin, sürdürülebilir enerji alanında diğer önemli ülkelerden olan ABD ve Almanya’yı, patent başvuruları sayısında çok geride bırakmıştır. Türkiye ise patent başvuruları sayısında oldukça gerilerdedir. Bu noktada, ülkelerin AR-GE harcamalarının GSYİH içerisindeki paylarına da göz atmak faydalı olacaktır. Grafik 33’de Çin, ABD, Almanya ve Türkiye’de AR-GE harcamalarının GSYİH’deki payları gösterilmektedir.



**Grafik 33: 1996-2021 Yılları Arasında AR-GE Harcamalarının GSYİH’deki Payı**

**Kaynak:** Ourworldindata

Grafik 33’de yer alan harcamalar temel araştırma, uygulamalı araştırma ve deneysel geliştirmeyi içermektedir. AR-GE harcamaları ABD ve Almanya’da Çin’e ve Türkiye’ye göre daha fazladır. Ancak Türkiye’de ve Çin’de bu pay, yıllar itibariyle artmaktadır. Özellikle Çin’de artan trend dikkat çekicidir. Aynı artış trendlerinin devam etmesi durumunda bir süre sonra Çin’in, ABD ve Almanya’yı geçmesi mümkündür.

Çin, teknolojik yenilik ve Ar-Ge yatırımları konusunda son yıllarda önemli adımlar atmış, bu alanda çeşitli politikalar hayata geçirmiştir. Bilimsel araştırma ve Ar-Ge personeline önemli artışlar kaydedilmiştir. Çin’in önde gelen üniversiteleri ve araştırma kurumları dünya çapında ön sıralarda yer almıştır. 2021 Küresel Yenilik Endeksi’nde Çin, 12. sıraya yükselerek ilk 15’te yer alan tek orta gelirli ekonomi olmuştur. Uluslararası patent başvurularında da Çin, 2020’de dünya lideri konumuna gelmiştir. Çin, yabancı yetenekler için çalışma ve yaşama yönelik hizmetlerini geliştirmiş, uzun süreli vizeler ve oturma izinleri gibi özel politikalar sunarak bu alandaki stratejik hedeflerini desteklemiştir(MOFCOM, 2021). Tüm bu gelişmeler, Çin’de verimli bir AR-GE ortamı ve yenilik odaklı araştırma sürecini hakim kılmıştır. Çin’in dışa açıklık politikasının karbon salımını azaltmasının ardında bu faktörlerin önemi büyüktür. Liu vd. (2021), Çin’de dış ticaretin karbon salımları üzerindeki hafifletici etkisini göz önünde bulundurarak, dış ticaretin geliştirilmesi konusunda daha fazla önlem alınması gerektiğini belirtmektedir. Bu kapsamda, dış ticaret kısıtlamaları en aza indirilmeli ve uluslararası ticareti teşvik etmek için politikalar tasarlamaya devam edilmelidir. Wang vd. (2021), Çin’in 28 eyaletindeki yüksek teknoloji endüstrisinde DYY ve teknolojik yeniliğin karbon salımlarını azalttığını belirtmektedir. DYY girişleri, yüksek emisyonlu ülkelerde yönetimsel ve uzmanlaşmış teknik becerilerin ve üretim tekniklerinin geliştirilmesine yardımcı olabilirler. Bu tür teknolojiler ayrıca yerli firmalara dolaylı olarak da aktarılabilir. Bu yüksek emisyonlu bölgelerde, çok uluslu şirketler rakiplerine göre daha sofistike teknolojilere sahip olacağından çevreye daha az zarar veren temiz teknolojilerin yayılmasını sağlayabilirler. Yüksek emisyonlu bölgelerde yaşanan DYY artışı, bölgelerin çevresel verimliliğini artırır. Bu nedenle, yüksek teknoloji endüstrisindeki DYY akışlarının devam ettirilmesi önemlidir. Çin, reform ve dışa açılma sürecinin başlangıcından itibaren, yabancı yatırımları teşvik etmek için sistematik bir hizmet çerçevesi geliştirmiştir. Bu süreçte, hükümet birimlerinin rehberlik sağladığı, yatırım teşvik ajanslarının çalışmalar yaptığı ve tüm toplumun bu sürece dahil olduğu bir yatırım



teşvik hizmet modeli oluşturulmuştur. Ayrıca Ulusal Yüksek Teknoloji Bölgeleri Çin'in sanayi yapısını dönüştürmek ve yenilikle büyümeyi teşvik etmek amacıyla önemli bir rol üstlenmiştir. Bu bölgeler, ülke ekonomisine büyük katkı sağlamıştır(MOFCOM, 2021). Türkiye'de ise 2003 yılında yürürlüğe giren 4875 sayılı Doğrudan Yabancı Yatırımlar Kanunu, Türkiye'nin uluslararası yatırımlar konusunda dünya standartlarına uyum sağlama konusunda önemli bir adım olmuştur. Uluslararası yatırımların ülkeye çekilmesi ve yatırım ortamının tanıtılması amacıyla 2006 yılında kurulan Başbakanlık bünyesindeki Türkiye Yatırım Destek ve Tanıtım Ajansı, 2018'den itibaren Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi olarak faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu yapı, Türkiye'ye yüksek katma değerli uluslararası yatırımlar kazandırma konusunda başta tanıtıcı ve bilgilendirici faaliyetler göstermektedir. 2008 yılında çıkarılan Araştırma ve Geliştirme Faaliyetlerinin Desteklenmesi Hakkında Kanun, Ar-Ge personeli istihdamını ve yenilikçi yatırımları teşvik etmiştir. 5084 Sayılı Yatırımların ve İstihdamın Teşviki Kanunu, başlangıçta bölge veya sektör ayrımı yapmaksızın teşvikler sağlarken, 2009 yılındaki reformlarla sektörel, bölgesel ve ölçeksel önceliklere dayalı bir sisteme geçilmiştir. 2012 teşvik reformları, ithalata bağımlılığı azaltmayı hedefleyen stratejik yatırımları ayrı bir kategori olarak değerlendirmiştir. 2016 yılında yürürlüğe giren Proje Bazlı Devlet Yardımı, Türkiye'nin teknolojik dönüşümünü gerçekleştirecek, yenilikçi ve Ar-Ge yoğun yatırımları desteklemeyi amaçlamıştır. Özellikle orta-yüksek teknoloji yatırımlarının teşvik edilmesine yönelik düzenlemeler de hayata geçirilmiştir. Üniversite-sanayi iş birliğini güçlendirmek ve teknoloji odaklı şirketleri desteklemek için Ar-Ge Destek ve Teşvik Reform Paketi uygulanmaya başlanmıştır(Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi,2024). Bu kapsamda, Türkiye'de DYY'lere yönelik teşvik edici düzenlemeler 2000'li yılların başında başlamakla birlikte daha sistematik yaklaşımların ve kapsamlı reformların hayata geçirilmesinin oldukça geç gerçekleştiğini söylemek mümkündür. Örneğin, Türkiye'nin ilk DYY strateji belgesi 2021-2023 dönemi için hazırlanmıştır. Bu kapsamda, yakın zamanda Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından tanıtılan HIT(High Tech Türkiye)-30 programı, Türkiye'nin stratejik önceliklerinde yer alan yüksek teknoloji projelerini destekleyen özel bir yatırım programıdır. Bu program ile teknolojik gelişmeler, iklim değişikliği ve pandemi gibi küresel sınamaların şekillendirdiği yeni üretim ve ticaret dinamiklerine uyum sağlayarak, Türkiye'nin sanayi altyapısı, genç insan kaynağı ve stratejik konumu gibi avantajlarıyla dikkat çekmesi hedeflenmektedir. Yarı iletkenler,

mobilité, yeşil enerji, ileri imalat, sağlıklı yaşam, dijital teknolojiler, haberleşme ve uzay ile değer zincirini tamamlayan yatırımlar gibi alanlarda, 2030 yılına kadar toplamda 30 milyar dolar destek sunulması planlanmaktadır (<https://hit30.sanayi.gov.tr> E.T. 23/12/2024). Düşük karbonlu ekonomilerin inşasını hızlandırmak için bu tip yenilikçi, yeni yüksek teknoloji ve iklim dostu endüstrilere yönelik yatırımların teşvik edilmesi ve artırılması gerekmektedir. Bunun için hükümetlerin ve yerel yönetimlerin daha kararlı adımlar atması gerekmektedir. Bu sayede, DYY'ler aracılığıyla karbon salımını düşürmek mümkün olacaktır.

**Türkiye İçin Bazı Politika Önerileri:** Türkiye, iklim değişikliğine tarihsel olarak nispeten az katkı sağlamış olsa da, günümüzde en çok sera gazı emisyonu yapan ilk 15 ülkeden biri haline gelmiştir. Türkiye, 2023 yılında 2012 yılına göre %41 emisyon azaltımı hedefini içeren Ulusal Katkı Beyanını güncellemiştir. Ancak bu hedef hala yetersiz görülmektedir. Çünkü 2020 yılına göre %33 artışa, 1990 yılına göre ise %248 artışa izin vermektedir. Bu şekliyle Türkiye'nin hedefleri küresel ısınmayı 1.5°C'de tutma hedefinden çok uzakta görünmektedir. Türkiye'nin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerinden ekonomisini ve vatandaşlarını korumak için daha güçlü iklim değişikliği hedefleri belirlemesi ve bunlara ulaşmak için somut adımlar atması gerekmektedir (<https://www.iklimhaber.org> E.T. 10/04/2024).

Türkiye, enerji sektöründe dönüşümün ve alternatif enerji kaynaklarına geçişin sağlanması için sektörel stratejiler belirlemesine rağmen, fosil yakıtlara oldukça bağlı bir durumdadır. Henüz kömürden çıkışa dair resmi bir planı olmayan Türkiye'nin fosil yakıt yatırımları da devam etmektedir. İthal edilen petrol ve doğal gaz, bütçe üzerinde ciddi bir mali yük oluşturduğundan bu yükü azaltmak ve yerli enerji üretimini artırmak amacıyla büyük bir arama ve sondaj filosu kurulmuştur(Kavaz, 2022:19).Yeni rezerv arayışları, her ne kadar enerji arz güvenliğinin ve enerji çeşitliliğinin sağlanması ve bütçe üzerindeki mali yükün azaltılması açısından stratejik bir politika olarak görülse de, iklim hedeflerine ve iklim değişikliği ile mücadelede belirlenen stratejilerle uyuşmamaktadır. Türkiye, kömür kaynaklarının ekonomiye kazandırılması adına üst politika belgelerinde önemli hedefler ve politikalar belirlemiştir. 12. Kalkınma Planı ve 2024-2026 Orta Vadeli Programı bu konuda net ve belirgin hedefler içermektedir. 12. Kalkınma Planı'nda, enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla, çevresel etkiler göz önünde bulundurularak yerli kömür kullanımının sürdürüleceği ifade edilmektedir. 2024-2026 Orta Vadeli Programda

ise maden kaynaklarının uluslararası standartlarda aranarak ekonomiye kazandırılmasının ve sürdürülebilir madencilik politikalarının yaygınlaştırılmasının sağlanacağı ifade edilmektedir(Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, 2024:66). Türkiye’de kömüre verilen teşvikler de önemli boyutlardadır. Özellikle enerji arz güvenliğinin sağlanması adına yerli kaynaklara artan yönelim teşvik mekanizmasıyla kendisini göstermektedir. 2005’ten itibaren enerji talebini karşılamak ve dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla yeni kömür sahaları keşfi ve mevcut sahaların geliştirilmesi hızlandırılmıştır(<https://enerji.gov.tr> E.T. 18/12/2024). Bu kapsamda, yukarıda bahsedilen kömüre yönelik teşvikler, çevre mevzuatından sağlanan muafiyetlerle de desteklenmektedir. Örneğin, 6446 Sayılı Elektrik Piyasası Kanunu, geçici 8. maddesi çerçevesinde özelleştirilme kapsamında yer alan kömür santrallerine çevre mevzuatına uyum konusunda bazı kolaylıklar sağlanmıştır(Acar vd. 2015:10). 2022 yılı Aralık ayı itibarıyla Türkiye’de; 1 asfaltit, 46 linyit, 4 taş kömürü ve 16 ithal kömürle çalışan olmak üzere toplamda 67 kömürle enerji üreten santral bulunmaktadır. Aynı dönemde, Türkiye’nin kömüre dayalı elektrik santrallerinin toplam kurulu güç içerisindeki payı %21 olarak kaydedilmiştir. Yerli kömüre dayalı santrallerin toplam kurulu güce oranı ise %11 olarak gerçekleşmiştir(<https://enerji.gov.tr> E.T. 18/12/2024). Ocak 2024 itibarıyla, inşa aşamasındaki lisanslı santrallerin %10’unun üzerinde fiili gerçekleşme oranına sahip projelerde, yakın ve orta vadede devreye girmesi öngörülen kurulu güç kapasitesinin %32,9’unun nükleer santrallere ait olduğu görülmektedir. Bu oranı sırasıyla doğalgaz (%20,6), rüzgar (%15,4), kömür (%10,3), güneş (%8,7), hidroelektrik (%6,1) ve biyokütle (%4,9) santralleri takip etmektedir(EÜAŞ, 2023:19).

2022 yılında yayımlanan Türkiye Ulusal Enerji Planına göre 2020’de fosil yakıtların payı %83,3 iken, 2053’te bu oran %20,8’e düşecektir. Kömürün payı %3,6, petrol %5,6, doğalgaz ise %11,7’ye gerileyecektir. Ayrıca, 2035 yılına kadar nükleer enerji kurulu gücünün 7,2 GW’a ulaşması öngörülmektedir. Planda, kömür santrallerinin elektrik üretimindeki payı 2053’e kadar azalacak olsa da, santraller teknik ömürlerini tamamlayana kadar sisteme esneklik ve rezerv kapasite sağlamaya devam edeceği açıkça ifade edilmektedir. Plana göre kömür santrallerinden elektrik üretiminde belirleyici faktör karbon fiyatları olacaktır. Türkiye’nin Ulusal Enerji Planında 2053 yılına kadar kömür santrallerinin devre dışı bırakılmasına dair herhangi bir emare bulunmamaktadır(Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022).

2021 yılında birçok sivil toplum örgütünün katılımıyla hazırlanan “Kömürden Çıkış 2030” isimli rapora göre Türkiye’nin kömürden çıkış hedefi belirlemesi ve bu stratejiyi enerji politikalarının önemli bir parçası haline getirmesi önemlidir. Rapora göre Türkiye’de kömür sektörüne yönelik çeşitli teşvik mekanizmaları uygulanmaktadır. Alım garantileri ve kapasite mekanizmaları, yerli kömürle çalışan termik santrallerin piyasa koşullarından bağımsız olarak çalışmasına olanak sağlamak ve bu durum hem serbest piyasa işleyişini bozmakta hem de karbon salımlarının artmasına sebep olmaktadır. Alım garantisinin piyasa fiyatlarının üzerinde olması, kömür santrallerinin baz yük olarak çalışmasına ve kömürden üretilen elektriğin payının artmasına neden olmaktadır. Kapasite mekanizması uygulaması ise yaş sınırı olmaksızın tüm kömür santrallerine destek sağlamakta, böylece verimsiz ve yüksek salımlı santrallerin sistemde kalmasına yol açmaktadır. Bu teşviklerin finansal yükü, TEİAŞ bütçesi üzerinden dolaylı olarak tüm üreticilere ve tüketicilere yansıtılmaktadır. Rezerv özelleştirme uygulamalarıyla kömür maden sahalarının işletme hakkı devri modeliyle özelleştirilmesi, yeni santrallerin kurulmasını teşvik etmektedir. Buna ek olarak, bölgesel teşvik sistemleri kapsamında, belirli yatırımlar “öncelikli” ve “stratejik” olarak sınıflandırılarak daha fazla destek almaktadır. Ancak kömür kullanımına yönelik bu teşvikler, ülkedeki karbon salımlarını azaltma çabalarını baltalamakta ve enerji sektöründe yenilenebilir enerji yatırımlarını geri plana itmektedir. Bu bağlamda, kömürden çıkış için ilk adım, kömüre sağlanan mevcut teşvik mekanizmalarının sona erdirilmesi olarak görülmektedir. Yerli kömür alım garantisi ve kapasite mekanizması gibi desteklerin sonlandırılması, piyasanın verimli ve çevre dostu kaynaklara yönelmesini sağlayabilir. Ayrıca, sabit bir karbon fiyatı uygulamasının kömür kullanımını azaltma ve karbon salımlarını düşürmede etkili bir çözüm olduğu ifade edilmektedir. Raporda, 2030 yılında elektrik üretiminde kömürden çıkış, Türkiye için gerçekçi ve uygulanabilir bir hedef olarak görülmektedir. Acar vd. (2015:24)’e göre kömürün çevreye ve halk sağlığına olumsuz etkileri ile sera gazı emisyonlarını arttırarak küresel iklim değişikliğine katkıda bulunmak gibi çok önemli dışsal maliyetlerini göz ardı etmek, kömüre sağlanan teşviklerle birleştiğinde kömürden elektrik üretiminin yenilenebilir enerjiden ucuz olduğu yanılgısına neden olmaktadır. Bu durum, yerli kömür enerji arz güvenliğini sağlasa da, Türkiye’nin iklim değişikliğine karşı savunmasızlığını artırmakta ve çevresel sorunları derinleştirmektedir. Ayrıca bu teşvikler devlet bütçesini zorlayarak yenilenebilir enerji yatırımlarını engellemektedir.

Uzun vadede, yerli kömürle enerji güvenliği sağlanamayacak ve Türkiye, kömür merkezli bir ekonomik yapıya bağımlı hale gelecektir. Sonuç olarak, kömürün teşvik edilmesi, çevre dostu büyüme ve yenilenebilir enerjiye yönelik ilerlemeyle çelişmektedir. Bu nedenle, kömürden çıkış için kademeli bir plan hazırlanmalı ve sektörün sona erdirilmesiyle ortaya çıkacak olan istihdam sorunu için alternatif çözümler üretilmelidir. Bu noktada, güçlenecek yenilenebilir enerji sektörünün yaratacağı yeni iş alanlarına yönelik işgücü yetiştirilmesi için eğitim programları planlanabilir.

Türkiye'deki bankaların iklim değişikliğiyle mücadele konusundaki yaklaşımlarının incelendiği bir rapora göre Türkiye'de faaliyet gösteren 17 bankanın 10'u yeni kömür projelerini finanse etmeme yönünde tutum sergilemektedir. Ayrıca, bu 17 bankanın 12'sinin net sıfır hedefleri doğrultusunda faaliyet göstermeye devam ettiği görülmektedir. Bu bankalardan bazıları mevcut kömür projelerinden çıkış tarihi de belirlemişlerdir. Raporun en dikkat çekici unsuru kamu bankaları olarak bilinen Ziraat Bankası, Vakıfbank ve Halkbank'ın yeni kömür projelerini finanse etmeme ve mevcut kömür projelerinden çıkış tarihi belirlemek gibi kriterler açısından zayıf karnesidir. Bu bankalardan Vakıfbank ve Halkbank'ın net sıfır hedefini benimsediğini belirten rapora göre Ziraat Bankası net sıfır hedefini de benimsememiştir (İklim İçin 350 Derneği ve Sefia, 2024). Buna göre, bankacılık sektöründe, iklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilirliğin özel finans kuruluşları öncülüğünde yürütüldüğünü söylemek mümkündür. Bu kapsamda, Türkiye'nin net sıfır hedefinin ve iklim değişikliği ile mücadele politikalarının öncelikle kamu bankalarınca benimsenerek desteklenmesi gerekmektedir. Özellikle, özel finans kuruluşlarına bu konuda rehberlik etmek ve öncü olmak açısından kamu bankalarınca gerekli adımların atılarak, fosil yakıt yatırımlarının desteklenmemesi, yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir ulaşım ve altyapı yatırımları başta olmak üzere, enerji verimliliğini artıran yatırımlar ve çevre dostu üretim yöntemlerine dayanan yatırımlar ile temiz enerji yatırımlarını finanse eden bir kredi sistemi ile Türkiye'nin iklim politikaları desteklenmelidir.

TÜBA(2019) tarafından hazırlanan Rüzgar Enerjisi Teknolojileri Raporuna göre Türkiye, önemli rüzgâr enerjisi kaynaklarına sahiptir. Ancak yüksek faiz oranları sektörde finansal engel teşkil etmektedir. Türkiye'nin genç işgücü ve sanayi altyapısı olsa da bilgi birikimi eksikliği bulunmaktadır. Bu eksiklik, stratejik işbirlikleri ve Ar-Ge faaliyetleri ile giderilebilir. Bunun için Çin'li firmalar önemli işbirliği adaylarıdır. Ayrıca, rüzgar

enerjisi yatırımlarını teşvik etmek için düşük faizli kredi ve finansman kolaylıkları sağlanmalıdır.

TÜBA(2018) tarafından hazırlanan Güneş Enerjisi Teknolojileri Raporuna göre Türkiye'nin güneş enerjisi alanında milli bir strateji oluşturması gerekmektedir. Bu strateji, yerli üretim, pazar büyüklüğü, teknoloji geliştirme ve uzun vadeli hedefler gibi konuları kapsamalıdır. Strateji, kamu ve özel sektör iş birliğiyle oluşturulmalı ve uygulanmalıdır. Ayrıca, AR-GE faaliyetleri ve yerli sanayinin güçlendirilmesi için yatırımlar yapılmalıdır. Çatı uygulamaları, şebeke yatırımlarını azaltacak ve yenilenebilir enerji kullanımını artıracaktır. Bu nedenle, çatı uygulamalarının potansiyel analizleri yapılarak yaygınlaştırılması önemlidir. Tarımsal sulama ve işletmelerde GES'lerin kurulması, çiftçilerin enerji maliyetlerini azaltacaktır. 10 kW'a kadar olan çatı sistemlerinin kurulumu kolaylaştırılmalı, bürokratik işlemler azaltılmalıdır. Küçük işletmelerde solar enerji kullanımının artırılması sektöre ivme kazandıracaktır. Organize sanayi bölgeleri ve sanayi çatılarında GES kurulumu teşvik edilmelidir. Belediyeler, üniversiteler, hastaneler ve DSI gibi kurumlar solar enerji yatırımlarına öncelik vermelidir. Bu kapsamda, Türkiye'de güneş enerjisi üzerine yapılan araştırma, inovasyon ve teknoloji geliştirme çalışmaları daha etkin hale getirilmelidir.

Türkiye'de henüz aktif bir emisyon ticaret sistemi mevcut değildir. 2025 yılında pilot uygulamayla faaliyete geçmesi planlanan emisyon ticaret sisteminin başarılı olabilmesi için bazı önemli konularda iyileştirmelere ihtiyaç duyulduğunu belirten Aşıcı (2024), özellikle küçük ve orta ölçekli emisyon kaynaklarının kapsam dışında bırakılmasının, sistemin etkinliğini sınırlayabileceğini, emisyon sınırlarının daha iddialı bir şekilde belirlenmemesi durumunda ETS'nin etkinliğinin azalabileceğini ve fazla tahsisatların ortaya çıkabileceğini ayrıca, fosil yakıtlara sağlanan sübvansiyonların, ETS'nin yaratacağı teşvikleri zayıflatarak sistemin etkinliğini sınırlayabileceği konusunda uyarılarda bulunmaktadır. Bu kapsamda, daha fazla sektörün kapsam içerisine alınması, karbon fiyatlarının düşmesine neden olacak fazladan tahsisatların ortaya çıkmaması için isabetli emisyon sınırlarının belirlenmesi ve fosil yakıtlara sunulan teşviklerin kaldırılması etkin bir ETS için önemli faktörlerdir.

Bir diğer önemli düzenleme, YEK-G düzenlemesidir. Ancak YEK-G düzenlemesi de bir dizi iyileştirmeden geçirilmelidir. Şentürk ve Özcan (2023), Türkiye'de uygulanan YEK-G sistemini Tayvan, Japonya ve Çin'de uygulanan muadilleri ile karşılaştırdıkları

alışmalarında, YEK-G mekanizmasının gönüllü olarak devam etmemesi gerektiği, lisanssız elektrik santrallerinin de YEK-G sistemine dahil edilerek kapsamının genişletilmesi gerektiği bununla birlikte, YEK-G'nin uluslararası olarak tanınarak yabancı piyasalarda işlem görmesi ve uluslararası karbon piyasalarına entegre edilmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Ayrıca, YEK-G sistemi yurtdışı muadili uygulamaların tamamlayıcısı olarak uygulanan yenilenebilir enerji portföy standartları gibi politikalarla desteklenmelidir. Bu kapsamda, blokzincir teknolojisine dayanan yenilikçi ve iklim dostu bir uygulama olan YEK-G sisteminin geliştirilmesi, kapsamının genişletilmesi ve zorunlu hale getirilmesi için gerekli adımlar süratle atılmalıdır. Bu uygulamayı tamamlayacak yenilenebilir enerji portföy standartları uygulaması Türkiye’de de hayata geçirilerek bir yandan piyasanın arz kesimi yeni teşviklerle ve YEKA ihalelerini cazip kılan farklı politika seçenekleriyle desteklenirken diğer yandan yenilenebilir enerjiye yönelik zorunlu satın alma uygulamalarıyla piyasanın talep tarafı desteklenmelidir. Bu zorunluluk özellikle yoğun enerji tüketen sektörlerden başlamak suretiyle enerji tüketiminin belirli bir kısmının yenilenebilir enerjiden karşılanması şeklinde başlatılarak zamanla kapsamı genişletilebilir. Bu üç şekilde sağlanabilir. Birincisi, yoğun enerji tüketen sektörler tükettikleri enerjinin bir kısmını kendi ürettikleri yenilenebilir enerjiden karşılayabilirler. İkincisi, enerji tedarik eden şirketlerden yenilenebilir enerji satın alabilirler. Sonuncusu ise üçüncü bir taraftan yeşil enerji sertifikası satın alarak zorunlu satın alma miktarlarını tamalayabilirler. Bunun için özellikle elektrik perakende şirketlerinin portföylerinde zorunlu olarak belirlenmiş bir miktarda yenilenebilir enerji bulundurması buna karşılık yoğun enerji tüketen sektörlerin enerji ihtiyaçlarının bir kısmının yenilenebilir enerjiden sağlanması konusunda kademeli bir uygulamanın zorunlu hale getirilmesi gerekir. Bu durumda, yeşil enerji sertifikalarının bir tür muadili olan YEK-G sisteminin de zorunlu hale getirilmesi portföy standardı uygulamasının tamamlayıcısı olacaktır. Zamanla bu uygulamaların kapsamı genişletilerek tüm sektörlerle uygulanmalıdır.

Türkiye’de okul, hastane gibi hizmet binalarına güneş enerjisi sistemlerinin zorunlu hale getirilmesi için çeşitli sivil toplum kuruluşları tarafından bir imza kampanyası başlatılmıştır. Kampanya talepleri arasında, kamu hizmeti sunan tüm yeni binaların veya önemli tadilat geçiren kamu hizmet binalarının çatılarına uygun şekilde güneş enerjisi sistemlerinin entegre edilmesi, belirli büyüklükteki mevcut hizmet binalarının çatılarında güneş enerjisi sistemlerinin kurulması için kademeli hedeflerin belirlenmesi ve kurulum

izni, şebeke bağlantıları ile finansmana erişim için kolaylaştırıcı önlemlerin mevzuat düzenlemeleri ile güvence altına alınması bulunmaktadır(<https://www.iklimhaber.org> E.T. 23/12/2024). ABD’de bazı eyaletlerde uygulanan portföy standartlarının çoğu, kamu hizmeti sunan kuruluşların elektriğinin belirli bir oranının yenilenebilir enerjiden sağlanması ve elektrik kuruluşlarının yenilenebilir enerji kaynaklarından belirli bir miktarda elektrik sağlamasını gerektiren bir düzenleme şeklinde uygulanmaktadır(<https://www.c2es.org> E.T. 23/12/2024). Türkiye’de de benzer bir uygulamanın hayata geçirilmesi yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasını sağlayacaktır.

Türkiye’de sivil toplum kuruluşlarının mali kapasitelerini güçlendirmek, kalkınma planlarında sürekli vurgulanan bir kamu politikası hedefidir. On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028), bu hedefe yönelik düzenlemeler ve tedbirler içermektedir. Vergi mevzuatı, kamu yararına çalışan dernekler ve Cumhurbaşkanlığınca vergi muafiyeti tanınan vakıflara diğer kuruluşlara kıyasla daha avantajlı bir vergi rejimi sunarak mali sürdürülebilirliklerine katkıda bulunmaktadır(Akduran ve Ateş, 2024). Sundukları hizmetlerin kamu yararına olduğu düşünülerek vergi muafiyeti tanınan vakıf ve derneklerin muaf oldukları mali yükümlülüklerle karşılık toplumun tamamına faydalı olacak temiz enerji tüketim yükümlülüklerini sağlamaları konusunda teşvik edici veya zorlayıcı düzenlemeler yapılabilir. Tıpkı kamu hizmeti sunan kurum ve kuruluşların hizmet binalarında enerji ihtiyaçlarının tamamının veya belirli bir miktarının yenilenebilir enerji kaynaklarından tüketilmesinin zorunlu hale getirilmesi gibi kamuya yararlı dernek ve vakıflar içinde benzer bir uygulama hayata geçirilmeli ve gerekmesi durumunda kurulum izni, şebeke bağlantıları ile finansmana erişim kolaylıkları sağlayacak yasal düzenlemeler yapılmalıdır. Böylelikle, başta kamuya yararlı dernekler ve vergi muafiyeti tanınan vakıflardan başlanarak bu tip uygulamaların kapsamı kademeli olarak diğer sivil toplum kuruluşlarını da kapsayacak şekilde genişletilebilir.

Türkiye’de en büyük karbon salımına neden olan sektörlerden birisi de ulaşımdır. Türkiye’nin yerli elektrikli araba girişimi TOGG, özellikle ulaşımda dekarbonizasyonu sağlayarak elektrikli araçların yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır. Enerji sektörüne yapılacak temiz enerji yatırımları yerli elektrikli araba girişimlerini ve otomobil sektörünün dönüşümünü destekleyecektir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teknolojilerin geliştirilmesi, AR-GE yatırımlarının artırılması ve bu alternatif



enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması karbon salımını azaltmak adına anlamlı politikalardır. Ayrıca, bu politikalar ampirik bulgularla da desteklenmektedir. Ancak, elektrikli araçların şarjı için gereken elektriğin hangi kaynaktan sağlandığı önemlidir. Elektrikli araçlar çalıştırıldığında karbon salmaz. Fakat elektrikli araçların çoğalması yeterli değildir. Temiz enerji kaynaklarıyla şarj edilen elektrikli araçların daha çok iklim dostu olduğunu belirtmekte fayda vardır.

Yakın zamanda, Çin’li elektrikli araç şirketi BYD, Türkiye’de 1 milyar dolarlık bir yatırımla elektrikli araç fabrikası kurmayı planladığını duyurmuştur. “Setav.org”, web sitesinde yer alan bir analize göre bu karar, Türkiye’nin AB ile olan gümrük birliğinden faydalanarak Çin’e karşı uygulanan ek vergilerden kaçınma stratejisine dayanmaktadır. Türkiye’nin Çin otomobillerine yönelik ithalat vergilerini artırması da BYD için Türkiye’de üretim yapmayı daha avantajlı hale getirmiştir. Bu üretim, Avrupa, Orta Doğu ve Afrika’ya ihracat için Türkiye’nin coğrafi ve lojistik avantajlarından faydalanacaktır. BYD’nin Türkiye’de yeni bir fabrika kurması, TOGG üzerinde hem rekabeti artırıcı hem de işbirliği fırsatları yaratan etkiler oluşturabilir. BYD’nin güçlü marka imajı ve rekabetçi fiyatlandırması, TOGG’un pazar payını korumasını zorlaştırabilir. Ancak artan rekabet, TOGG’u yenilik yapmaya ve ürün kalitesini artırmaya teşvik de edebilir. BYD’nin pazara girişi, TOGG’a performans, kalite ve verimlilik açısından kendini değerlendirme ve geliştirme fırsatı sunabilir. Bu durum, TOGG’un sektördeki en iyi uygulamaları benimseyerek standartlarını yükseltmesine ve hızla büyüyen elektrikli araç endüstrisinde rekabet gücünü artırmasına olanak tanıyabilir. BYD’nin varlığı, yerel tedarik zincirini güçlendirebilir ve TOGG’a maliyet azaltma, daha kolay parça erişimi ve üretim verimliliği gibi avantajlar sağlayabilir. Ayrıca, iki şirket arasında batarya teknolojisi ve Ar-Ge gibi alanlarda işbirliği fırsatları doğabilir. BYD’nin Türkiye’ye getireceği teknoloji ve bilgi transferi, hem TOGG’un hem de yerel sanayinin teknolojik kapasitesini artırabilir. Sonuç olarak BYD’nin bu yatırımı, Türkiye’yi küresel elektrikli araç pazarında önemli bir konuma taşıyabilir ve iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sağlayabilir. Ancak bu potansiyel faydaların gerçekleşmesi için ekonomik politikalar, çevresel etkiler ve vasıflı işgücü eğitime yönelik stratejik adımlar atılmalıdır(Özdemir, 2024).

Birçok ülke vergi indirimleri ile elektrikli araçları teşvik etmektedir. Türkiye’de 26/07/2024 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan 7521 sayılı Kanunla şarj edilebilen ve 70 km’nin üzerinde menzili olan hibrit araçlara yönelik ÖTV indirimi

getirilmiştir(<https://tim.org.tr> E.T. 22/12/2024). Bu tür teşviklerin kapsamı genişletilmelidir. Emisyon hacmi azaldıkça indirim oranının arttığı teşvikler hayata geçirilebilir. Ayrıca, elektrikli araçları teşvik etmek için yerel yönetimlerin de elinde birçok fırsat bulunmaktadır. Örneğin, Oslo, Londra, Los Angeles ve diğer birçok şehir, elektrikli araçların benimsenmesini teşvik etmek için şarj altyapısına yatırım yapmakta ve vergi indirimleri, ücretsiz otopark, özel yol erişimi gibi teşvikler sunmaktadır. Birçok ülke ve ABD eyaleti, önümüzdeki 10-15 yıl içinde yeni içten yanmalı motorlu araçların satışını yasaklamayı kabul ettiğinden, elektrikli araçlara olan talebin artması beklenmektedir. Amsterdam, şarj altyapısını genişletmenin yanı sıra emisyonuz taksiler için park ayrıcalıkları ve sübvansiyonlar gibi teşvikler sağlamaktadır. Birçok şehir, halka açık şarj cihazlarının sayısını artırmak için işletmeleri teşvik etmekte ve yeni bina kodları ve imar kurallarıyla projelerde hızlı şarj istasyonları kurulmasını sağlamaktadır. Oslo, sıfır emisyonlu şehir olma hedefi doğrultusunda çeşitli teşvikler sunmakta ve elektrikli araç sürücülerine düşük geçiş ücreti ve vergi avantajları sağlamaktadır. Londra, şarj altyapısına yatırım yaparak ve ücretlendirilen bazı düşük emisyon bölgelerinin ücretlerinden muafiyet gibi teşvikler sunarak elektrikli araç kullanımını teşvik etmektedir. Çin'in birçok şehri, benzinli araç sahiplerini elektrikli araçlara geçmeye teşvik etmek için nakit sübvansiyonları ve ücretsiz otopark gibi teşvikler sağlamaktadır. Kısıtlı kaynaklara sahip şehirler, yaşam standartlarını iyileştiren teşviklerle elektrikli araç kullanımını destekleyebilir. Örneğin, Mexico City, belirli günlerde araç kullanımını kısıtlayan bir programında elektrikli araçları muaf tutmakta ve sürücülere halka açık yerlerde tercihli park yerleri sağlamaktadır(Damyan, 2023). Bu tip uygulamalar ulusal ve yerel düzenlemelerle Türkiye'de de gerçekleştirilebilir. Yakın zamanda Türkiye'de hurda araç teşvikine yönelik yasal düzenlemeler hazırlandığına dair haberler basına yansımıştır. Tasarıya göre 25 yaşından büyük araçların trafikten kaldırılmasını hedefleyen bir öneri kapsamında, hurda teşviki olarak ÖTV'siz araç satışı planlanmıştır. Ayrıca, bir diğer öneride, şoför esnafının alacağı yeni araçların ÖTV ve KDV'den muaf olması yönündedir (<https://www.ntv.com.tr> E.T. 22/12/2024). Bu gibi yasal düzenlemelerle hurda araç teşviği elektrikli araçlarla sınırlı tutulabilir. Ya da şoför esnafa yönelik vergi muafiyetleri karşılığı elektrikli araç satın alınması teşvik edilebilir. Elektrikli araçlara yönelik bu tip teşvikler, elektrikli otomobil sektörünü desteklemek ve ulaşımı karbonsuzlaştırmak için

elzemdir. Dolayısıyla yaygınlaştırılması gerekmektedir. Ancak, teşvik politikaları araç şarj istasyonlarına ilişkin altyapı yatırımlarıyla da desteklenmelidir.

Türkiye’de özellikle yeni ormanlık alanlar oluşturularak yutak alanların güçlendirilmesine yönelik ülke çapında bir seferberlik ilan edilmelidir. Bu kapsamda, ağaçlandırma yapılmak üzere atıl Hazine taşınmazları belirlenerek bir ağaçlandırma seferberliği başlatılabilir. Belirlenecek hazine taşınmazlarının bulunduğu yöreye uygun ve kuraklığa dayanıklı ağaç türlerinin dikilmesi önemlidir. Milyarder Bill Gates, iklim değişikliğiyle mücadelede mangrov ormanlarının faydasına değinerek mangrov dikmenin iklim değişikliğiyle mücadelede büyük bir yatırım olduğunu ifade etmektedir(Gates, 2021:180). Mangrovlar, karasal ormanlara kıyasla beş kat daha fazla karbon depolama kapasitesine sahiptir. Ayrıca aşırı hava koşullarına karşı koruma sağlama, biyolojik çeşitliliği destekleme ve su kalitesini artırma gibi pek çok yararı bulunmaktadır (<https://www.yesilist.com> E.T. 18/12/2024). Türkiye’de bulunan subasar (longoz) ormanları, bazı yönlerden mangrov ormanlarına benzerlik gösterse de, tür çeşitliliği, fauna, flora ve iklim koşulları açısından mangrov ormanlarından ayrılmaktadır. Tür olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’de mangrov bulunmamaktadır (<https://www.aa.com.tr> E.T. 17/12/2024). Ancak, Türkiye’ye yakın bir coğrafya olan Irak’ta mangrov yetiştirildiği bilinmektedir. Birleşmiş Milletler desteğiyle başlatılan bir girişimle Irak’ta küresel ısınma ve iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele etmek amacıyla 2018 yılından beri mangrov ağaçları dikilmektedir(<https://yesilgazete.org> E.T. 18/12/2024). Türkiye’de mangrov ağaçları dikilmeye uygun bölgelerin araştırılması ve mümkünse mangrov ormanlarının oluşturulması, karbon yutak alanlarının güçlendirilmesi adına önemli bir girişim olabilir. Bunun için başta üniversiteler olmak üzere kamu kurumları ve sivil toplum örgütleriyle projeler geliştirilmelidir. Yapılan bir araştırmaya göre yaşlı ağaçların karbon tutma seviyelerinin daha fazla olduğu ortaya konmuştur. Bu durum iklim değişikliği ile mücadelede yaşlı ormanların korunmasının önemini vurgulamaktadır(<https://www.bbc.com> E.T. 23/12/2024).

Karbon nötr bir ekonomi hedefine ulaşmak için arazi politikalarının da bu hedefle uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Türkiye’de 4706 sayılı Kanunda 2017 yılında yapılan değişiklikle tarımsal amaçlı kullanılan Hazine taşınmazlarının belirli şartlarla işgalcilerine ecrimisil bedelinin yarısı üzerinden doğrudan kiralanması veya belirli ödeme

kolaylıklarından yararlanmak suretiyle işgalcilerine doğrudan satışına ilişkin düzenlemeler yapılmıştır. Milli Emlak Genel Müdürlüğünün 2023 Yılı Faaliyet Raporuna göre 2023 yılı itibariyle toplamda 1,3 milyar m<sup>2</sup> yüzölçümlü Hazine taşınmazı tarımsal amaçlı kullanılmak üzere 80.400 çiftçiye doğrudan kiralanmış, 13.364 adet taşınmazın ise 19.822 hak sahibine tarımsal amaçlı satış işlemi gerçekleştirilmiştir(Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 2024). Her ne kadar bu tip düzenlemeler Hazineye ait tarım arazilerinin çiftçilere satışına yönelik bazı kolaylıklar sağlayarak tarımsal üretimi artırsa da, aynı zamanda Hazine taşınmazlarının işgalini teşvik eden unsurları da bünyesinde barındırmaktadır. Hazine taşınmazlarının kiralanması ve satışına yönelik farklı teşvik mekanizmaları hayata geçirilebilir. Örneğin, düşük karbonlu sürdürülebilir tarım yöntemlerini uygulamayı taahhüt eden çiftçilere veya sürdürülebilir tarım üzerine devlet destekli eğitimlere katılan ve bu yönde tarım yapacağını taahhüt eden çiftçilere bazı şartlar altında doğrudan satış veya kiralama yapılabilir. Böylece, sürdürülebilir tarım uygulamaları küçük ölçekli tarım yapan çiftçiler arasında yaygınlaştırılarak geçim yöntemi tarımsal faaliyet olan köylerde de bu yöntemlerin benimsenmesi ve uygulanmasını teşvik edebilir. Ayrıca kamuoyunda 2B yasası olarak bilinen orman vasfını kaybetmiş taşınmazların kullanıcılarına satışına yönelik hükümleri içeren düzenlemelerin, açılan ormanların ileride çıkarılacak kanunlarla tekrar kullanıcılarına satılacağına yönelik beklentilere yol açarak ormanları yok etme yönünde sağlayacağı teşvikler, benzer yasal düzenlemeler hazırlanırken dikkate alınmalıdır.

TÜBA(2022) tarafından hazırlanan Enerjide Yapay Zekanın (YZ) Rolü isimli raporda, gelecekte konvansiyonel güç üretim santrallerinin azalması, elektrikli araçlar, batarya ve depolama teknolojileri ile hidrojen enerjisinin şebekeye entegrasyonunun önem kazanacağı ve dağıtık enerji şebeke yapısının oluşacağı öngörülmektedir. Bu yeni enerji ekosisteminde, üretim, dönüştürme, depolama, taşıma ve yönetim zorluklarının YZ ile daha etkili bir şekilde aşılabileceği belirtilmektedir. YZ'nin enerji sektöründe öne çıkan uygulama alanları, yenilenebilir enerji üretimi ve tahmini, iletim ve dağıtım şebekesinin işletmesi ve optimizasyonu ile dağıtık üretim ve enerji talebinin yönetimi olarak sıralanmaktadır. YZ'nin ekonomileri tamamen değiştireceği öngörülmektedir. Bu devrim iklim değişikliğiyle mücadelede de etkili olacaktır. YZ, hava durumu modellemesinden CO<sub>2</sub> salımı tahminine, deniz seviyesi yükselmesi ve buzul erimesi oranlarına kadar çeşitli konularda geleceği tahmin etmede kullanılabilir. Veriye dayalı kamu politikalarının

tartışıldığı günümüzde YZ, politika yapıcılar için karar alma süreçlerinde önemli avantajlar sağlayabilir. YZ, büyük veri setlerini işleyerek, orman yangını tespiti, hava kalitesini izleme ve yaban hayatının gözlemlenmesi gibi görevlerde yardımcı olabilir. İklim sistemlerindeki farklı unsurların etkileşimlerini çözümlemek için YZ kullanılabilir. YZ, demografik trendler, trafik akışı ve enerji tüketimi gibi değişkenleri analiz ederek şehir planlamasını optimize edebilir. YZ, binaların enerji verimliliğini artırıcı tasarımları veya trafik akışını optimize eden düzenleri belirleyerek şehir planlama süreçlerini hızlandırabilir. YZ, trafik yönetimi, hava kalitesi kontrolü ve enerji yönetimi gibi alanlarda anlık verileri analiz ederek duruma uygun çözümler sunulmasına katkı sunabilir.

Türkiye, 6 Şubat 2023 tarihinde yaşanan büyük deprem felaketinden sonra bir kez daha deprem gerçeğiyle yüzleşmiş ve kentsel dönüşümün aciliyeti konusunda kamuoyunda bir fikir birliği oluşmuştur. Bu kapsamda, kentsel dönüşüm sürecini hızlandırmak ve güçlendirmek adına Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı bünyesinde bulunan Altyapı ve Kentsel Dönüşüm Hizmetleri Genel Müdürlüğü kaldırılarak Kentsel Dönüşüm Başkanlığı adı altında yeni bir kurum oluşturulmuştur. Kentsel dönüşüm, deprem riski bulunan kentlerdeki riskli ve eskimiş konut stoğunun depreme dayanıklı hale getirilmesi ve daha güvenli, yaşanılabilir kentler oluşturulması adına yapılacak olan yatırımların maliyetinin yanında bir fırsatı da beraberinde getirmektedir. İnşa edilecek konutların enerji verimli inşa edilmesi ve yenilenebilir enerji sistemleri ile donatılarak enerjide kendi kendine yeten binaların teşvik edilmesi, hatta zorunlu kılınması kentsel dönüşümü iklim krizi adına fırsata çevirebilir. Ayrıca, kentlerin imar planlarında bisiklet yolu gibi karbonsuz ulaşım altyapılarının da zorunlu olması daha sürdürülebilir kentlerin inşası açısından önemlidir. Bu kapsamda, kentsel dönüşüm projelerinde enerji verimli, çatı ve/veya cephe güneş enerjisi sistemlerinin entegre edildiği, yağmur suyu hasadına uygun yağmur suyu toplama sistemlerinin mevcut olduğu projelerin teşvik edilmesi, hatta zorunlu kılınması, şehirlerin imar planlarında geniş yeşil alanların ve bisiklet yollarının zorunlu tutulduğu düzenlemelere yönelik merkezi yönetim ve yerel yönetimlerin gerekli düzenlemeleri yapması, karbon nötr bir Türkiye hedefine uygun adımlar olacaktır.

Türkiye’de 2007 yılında yayımlanan 5627 sayılı Enerji verimliliği Kanunu ile Enerji Verimliliği Koordinasyon Kurulu kurulmuştur. Kurul, başta ulusal düzeyde enerji verimliliği stratejilerini hazırlamak, değerlendirmek, gerektiğinde revize etmek,

uygulamaları koordine etmek ve enerji verimliliği çalışmalarını yönlendirmek ve genişletmek gibi enerji verimliliği ile ilgili bir dizi görev yürütmekle görevlendirilmiştir. Kanun kapsamında enerji verimliliğini artırmayı ve enerji tüketimini azaltmaya yönelik projeler de desteklenmektedir. Enerji verimliliği projelerine, Bakanlık tarafından 15 milyon TL'yi aşmamak kaydıyla en fazla projenin maliyetinin %30'una kadar hibe veya faiz desteği sağlanmaktadır. Ayrıca, enerji ve/veya karbon yoğunluğu ile enerji tüketimini azaltan başvuru sahiplerine, belirlenen kriterlere göre enerji giderlerinin %30'una kadar destek verilmektedir. Destek miktarları, yıllık yeniden değerlendirme oranına göre artırılmaktadır.

Türkiye'nin ilk enerji verimliliği eylem planı olan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2017-2023), 2 Ocak 2018'de yürürlüğe girmiştir. Enerji verimliliğini artırmak ve çevreyi korumak amacıyla eğitimler, etütler, yetkilendirmeler, ölçme-izleme faaliyetleri, denetimler, destek programları, tanıtım etkinlikleri, ulusal ve uluslararası projeler gibi çeşitli faaliyetler Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yürütülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın Enerji Verimliliği 2022 Raporuna göre Türkiye, 2021 yılında G20 ülkeleri arasında enerji yoğunluğunu art arda iki yıl boyunca düşüren üç ülkeden biri olmuştur. Rapor, birçok ülkenin ekonomik destek sağlamak için yakıt sübvansiyonu ve mali yardım uyguladığını, ancak bu desteklerin enerji verimliliği ve yeşil dönüşüme zarar vermemesi yönünde uyarılarda bulunmaktadır. Ayrıca, enerji talebinde büyük paya sahip başta Çin gibi gelişmekte olan ülkelerin enerji verimliliği konusunda yüksek potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir (<https://enerjiverimliliği.enerji.gov.tr> E.T. 19/12/2024). Türkiye'nin 2022 yılı birincil enerji yoğunluğu, dünya ortalamasından düşük ancak OECD ve AB ortalamalarından yüksektir. AB, enerji yoğunluğunda gerek Türkiye'den gerekse OECD ülkelerinden daha iyi performansa sahiptir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024a.) Türkiye'nin Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve 2. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024-2030)'na göre 2012-2023 dönemi için hazırlanan Enerji Verimliliği Strateji Belgesi kapsamında, Türkiye'nin 2023 yılına kadar enerji yoğunluğunun 2011 yılına göre %20 azaltma hedefi başarıyla gerçekleştirilmiştir. 2022'de GSYİH %5,5 artarken birincil enerji arzı %1 azalmış, birincil ve nihai enerji yoğunluğu sırasıyla %6,2 ve %7,9 oranında iyileşmiştir. Böylece, 2011'e göre enerji yoğunluğu %20,4 azaltılarak hedefe 2023'ten önce ulaşılmıştır(Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024b). Ayrıca, Enerji Verimliliği

Kanunu kapsamında enerji yöneticisi ataması yapmak zorunda olan kamu binaları için Cumhurbaşkanlığı Genelgesiyle kamu enerji tasarruf hedefi 2030 yılına kadar %30'a çıkarılmıştır (<https://enerji.gov.tr> E.T. 23/12/2024). Bu hedeflerin kapsamı genişletilerek sıkı bir şekilde uygulanması sağlanmalıdır

Elektrik üretiminde dünya genelinde Çin birinci sırada iken Türkiye onbeşinci sıradadır(EÜAŞ, 2023:7). Türkiye'de elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı bir KİT olan Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) bünyesindeyken, 1993 yılında TEK, TEAŞ ve TEDAŞ olarak ikiye ayrılmıştır. 2001 yılında 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile TEAŞ, TEİAŞ, EÜAŞ ve TETAŞ şeklinde üç farklı kuruma yeniden yapılandırılmıştır. 2018 yılında ise TETAŞ, EÜAŞ ile birleştirilmiştir. Türkiye'de elektrik ticaretindeki en yüksek pay %80,33 ile serbest üretim yapan şirketlere aittir. 2023 sonu itibariyle bir KİT olan EÜAŞ'ın elektrik ticaretindeki payı ise %25,3 olmuştur (EÜAŞ, 2023:27). Merkezi AB ve Norveç'te bulunan büyük elektrik üretim şirketleri ile EÜAŞ'ın kurulu güç kapasiteleri ve elektrik üretim hacimlerinin üretim teknolojilerine göre karşılaştırılması durumunda, 2021-2023 yılları arasında hidroelektrik kurulu gücünde EÜAŞ (%65,9) üçüncü sırada yer almaktadır. Hidrolik dışı yenilenebilir kapasitede ise 2023 yılında EÜAŞ hariç tüm şirketler yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmış veya korumuştur. Elektrik üretimi açısından ise EÜAŞ %58,6 ile üçüncü olmuştur. Hidrolik dışı yenilenebilir enerji üretiminde, EÜAŞ ve Iberdrola isimli şirket dışında tüm şirketler paylarını artırmıştır(EÜAŞ, 2023:35-37). Gerçekten de, EÜAŞ'ın enerji portföyünde, hidrolik dışı yenilenebilir enerji payı (yaklaşık %0,08) diğer şirketlerin birçoğuna göre kıyaslandığında yok denecek kadar azdır. Portföyünde, yaklaşık %0,08 oranında rüzgar enerjisi kaynaklı elektrik enerjisi yer almaktadır. Güneş enerjisi kaynaklı ise bulunmamaktadır. Bu nedenle, EÜAŞ'ın yenilenebilir enerji yatırımlarını artırarak Türkiye'nin iklim hedeflerini desteklemesi gerekmektedir. Çin örneğinde birçok KİT yenilenebilir enerji yatırımları gerçekleştirmektedir. Hayata geçirilecek bir yenilenebilir enerji portföy standardı politikası EÜAŞ'ın yenilenebilir enerji üretimini artırması konusunda zorlayıcı olabilir. Ayrıca, EÜAŞ'ın hiçbir yurtdışı yatırımı bulunmamaktadır (EÜAŞ, 2023:32). Bu noktada, özellikle yenilenebilir enerji alanında yapılacak yurtdışı yatırımları ve stratejik ortaklıklar yeni teknolojilerin ve yönetim şekillerinin transferini sağlayabilir. Çin örneğine baktığımızda, Çin'in devlet sahipliğindeki işletmelerinin 2005-

2020 yılları arasında Türkiye’de enerji yatırımları yaptığı bilinmektedir(Kaya ve Arı, 2021:4).

2022 itibariyle Türkiye’deki en büyük elektrik üreticisi EÜAŞ’ın toplam elektrik üretiminin %14’üne sahip olduğu anlaşılmaktadır. Elektrik piyasasında EÜAŞ en büyük paya sahip olmasına rağmen esasında Türkiye’de elektrik piyasasının Avrupa Birliği ülkeleri ve aday ülkelerle kıyaslandığında serbestleştiği rahatlıkla söylenebilir. Türkiye’de diğer elektrik üretimi yapan taraflar, işletme hakkı devredilen santraller, yap-işlet-devret santralleri, serbest üretim şirketleri ve lisanssız santrallerdir(EÜAŞ, 2023:38-39). Dağıtım kayıp oranları incelendiğinde kayıp oranları; Finlandiya %3,3 (2018 yılı), Hırvatistan %7,7 (2018 yılı), Hollanda %4,4 (2018 yılı), İrlanda %6,7 (2018 yılı) ve Yunanistan %9,3 (2017 yılı) olarak hesaplanmıştır. Türkiye’nin 2018 yılı gerçekleşen kayıp-kaçak oranı %11,79 olarak gerçekleşmiştir(TEDAŞ, 2021:36). 2022 yılı teknik ve teknik olmayan kayıp oranı ise %11 olarak gerçekleşmiştir(TEDAŞ, 2023:20). Kaçak kullanılan elektriğin faturasını tüketicilere yansıtmak yerine temiz enerjiyi teşvik etmek için maliyetlerin artması tüketiciler için daha kabul edilebilirdir. Bu kapsamda, kayıp kaçak oranları azaltılarak elektriğin tüketicilere olan maliyeti düşürülerek yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılmasının maliyetleri bu şekilde bir miktar dengelenebilir.

Bir süredir, Türkiye’nin iklim politikasına yasal bir temel sağlayacak İklim Kanunu taslağı üzerinde çalışmalar sürdürülmektedir. Ancak sivil toplum kuruluşları, Türkiye’nin iklim kanunu taslak sürecine katılmadıkları için tasarıda eksikliklerin bulunduğunu belirterek, bilimsel, katılımcı ve kapsayıcı bir yasa gerekliliğini vurgulamaktadırlar. Türkiye’de etkili politikalar için başta sivil toplum kuruluşları olmak üzere birçok kesimin talepleri dikkate alınarak ve uzman görüşleriyle hazırlanmış bir iklim kanuna yürürlük kazandırılmalıdır. Bu kanuna; 2053 net sıfır hedefinin eklenmesi, 2030’a kadar %35 emisyon azaltım hedefinin belirlenmesi, kömürden adil çıkış planının yapılması, uyum mekanizmalarının oluşturulması, bilimsel danışma kurulunun kurulması, iklim adaleti bakış açısının dahil edilmesi gibi bir dizi düzenlemenin eklenmesi faydalı olacaktır(<https://sefia.org/> E.T. 23/12/2024).

**Çin İçin Bazı Politika Önerileri:** Çin Ekoloji ve Çevre Bakanlığınca (Ministry of Ecology and Environment of The People’s Republic of China) yayımlanan Çin’in İklim Değişikliği ile Mücadele Politikaları ve Eylemleri (2022) isimli rapora göre Çin, iklim değişikliğine proaktif olarak yanıt vermek üzerine kurulmuş ulusal stratejisi kapsamında,



ekolojik medeniyetin teşviki ile ekonomik ve sosyal kalkınma için genel planlarına CO<sub>2</sub> emisyonlarının zirveye ulaşması ve karbon nötrlüğünün sağlanması hedeflerini entegre etmiştir. Ayrıca kirliliği azaltma ve karbon emisyonlarını kontrol etme arasında sinerji yaratmak için çaba göstererek çevre dostu ekonomik ve sosyal kalkınmaya yönelik kapsamlı bir dönüşümü teşvik etmektedir. Çin, 2020 yılında CO<sub>2</sub> salımlarını 2030 yılından önce zirve yapma ve 2060 yılından önce karbon nötr olma hedeflerini duyurmuştur. Çin, iklim değişikliği ile mücadelede azaltım, uyum, politika sistemlerinin ve desteğin iyileştirilmesi, iklim değişikliği ile mücadelede küresel yönetime aktif katılım başlıkları altında temel hedefler belirlemiştir. Azaltım kapsamında, sanayi yapısının düzenlenmesi, enerji çeşitliliğinin optimizasyonu, enerji tasarrufunun ve verimliliğinin artırılması, CO<sub>2</sub> dışı sera gazı emisyonlarının kontrolü, ekosistemlerin karbon yutma kapasitesinin artırılması, kirliliğin azaltılması ile CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltılması arasındaki sinerjinin artırılması, özellikle enerji, endüstri, inşaat, ulaşım ve finans alanlarında karbon yoğunluğu az pilot ve deneme programlarının derinleştirilmesi gibi temel hedefler belirlenmiştir. Uyum kapsamında, iklim değişikliği izleme, erken uyarı ve risk yönetiminin güçlendirilmesi, doğal ekosistemlerin iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesinin artırılması, ekonomik ve sosyal sistemlerin iklim değişikliğine uyum sağlama kapasitesinin güçlendirilmesi, anahtar savunmasız alanların iklim direncinin artırılması gibi temel hedefler belirlenmiştir. Politika sistemlerinin ve desteğin iyileştirilmesi başlığı altında, mevzuat ve standart oluşturma teşvik edilmesi, ekonomik politikaların iyileştirilmesi, ulusal karbon emisyon ticaret piyasasının geliştirilmesinin teşvik edilmesi, sera gazı istatistik, envanter ve izleme sistemlerinin geliştirilmesinin hızlandırılması, bilim ve teknolojik yenilik desteğinin güçlendirilmesi, profesyonel eğitim ve kapasite geliştirme alanlarının güçlendirilmesi, yeşil ve düşük karbonlu toplum için eylemlerin belirlenmesi gibi temel hedefler belirlenmiştir. İklim değişikliği ile mücadelede küresel yönetime aktif katılım başlığı altında, iklim değişikliği konusunda üst düzey diyalogların derinleştirilmesi, çok taraflı ve ikili iklim değişikliği müzakerelerinin teşvik edilmesi, iklim değişikliği konusunda pragmatik işbirliğinin güçlendirilmesi gibi temel hedefler belirlenmiştir. Özetle, Çin hükümetinin iklim değişikliği politika belgelerinde düşük karbonlu kalkınmayı teşvik etmek, enerji verimliliğini artırarak temiz enerji kaynaklarına yatırım yapmak, geleceğin yüksek teknoloji endüstrilerine yatırım yapmak, düşük karbonlu kalkınmayı diğer hedeflerle

dengelemek ve iklim diplomasisine aktif olarak katılım sağlamak olmak üzere çeşitli temalar yer almaktadır.

Çin'in en büyük emisyon kaynağı enerji endüstrisidir. Çin'in enerji portföyünde kömür hala ağırlıkta olsa da, yenilenebilir enerjinin payı 2005-2021 yılları arasında %5,5'ten %15'e yükselmiştir. Çin'in salımlarını mümkün olduğunca erken ve 2030 yılından çok önce azaltması, kömür ve diğer fosil yakıt tüketimini şu anda planlanandan çok daha hızlı bir şekilde azaltması ve kömürden çıkış için bir plan belirlemesi gerekmektedir. Çin'in ekonomik büyümesi karbon yoğun bir büyümedir. Kaldı ki, ekonomik büyümesinin neden olduğu karbon salımı oldukça yüksek seviyelerdedir. Bu durum, Çin'in dışa açıklığının neden olduğu karbon salımının büyüme rakamlarıyla kendisini göstermesine neden olmuştur. BRİCS ülkelerinin iklim ve çevre politikalarını karşılaştıran Tunçarşlan(2018), Çin'in 2016 yılında yenilenebilir enerji alanında 76 milyar dolar tutarında yatırım yaptığını ve bu alanda ABD ve AB ülkelerini geçtiğini belirterek kömür santrallerine yapılan yatırımların iklim politikalarıyla çeliştiğini ifade etmektedir.

2022 yılında Çin'in kabaca dünyanın geri kalanının toplamı kadar güneş enerjisi kapasitesi kurduğunu belirten Hilton (2024), Çin'in yenilenebilir enerji alanındaki bu göz kamaştırıcı başarısına rağmen kömürle çalışan yeni elektrik santralleri için verilen izinlerin artmasının ve artan yenilenebilir enerji kapasitesine rağmen elektriğinin büyük kısmının hala fosil yakıtlardan elde edilmesinin nedeni olarak Çin'in dev şebekesinin değişken yenilenebilir enerjiyi entegre etmekte yaşadığı zorlukları işaret etmektedir. Kömür santralleri sabit ve öngörülebilir olduğundan yenilenebilir enerjiye göre şebekeye daha fazla erişim sağlamaktadır. Çin, yenilenebilir enerji kapasitesini verimli kullanmak için enerji sistemi reformlarının gerekli olduğunu kabul etmiş ve arz ve talepteki dalgalanmaları daha iyi yönetmek için altı bölgesel şebekesini ülke çapında tek bir elektrik piyasasında birleştirerek 2030 yılına kadar birleşik bir ulusal enerji piyasası oluşturma planlarını duyurmuştur. Bu kapsamda, Çin'in elektrik piyasasına yönelik planlanan reformlarını acil olarak hayata geçirmesinin gerektiği açıktır. Çin'in iddiali iklim hedeflerine ulaşabilmesi için öncelikle yenilenebilir enerji kurulu kapasitesini verimli bir şekilde kullanması ve arz ile talepte yaşanan değişimlere esnek bir şekilde cevap verebilecek kabileyete sahip bir şebeke sistemini oluşturacak düzenlemeleri ve yatırımları ivedilikle sonuçlandırması gerekmektedir.

Çin'in karbon nötr hedefine ulaşma konusundaki en büyük çıkmazı, enerji tüketiminin büyük kısmının fosil yakıtlara özellikle kömüre dayanmasıdır. Bunun nedenlerinde birisi Çin'in büyük kömür rezervlerine sahip olmasıdır. Buna rağmen Çin, enerji ihtiyacını yerli fosil kaynaklarından sağlayamamaktadır. Çin, hali hazırda enerjide ithalata bağımlı bir durumdadır. Ekonomide fosil yakıtın ağırlıklı olması üretimin karbon yoğunluğunun yüksek olmasına neden olmaktadır. Ampirik sonuçlara göre Çin'de karbon salımını artıran en büyük faktör kişi başına GSYİH'dir. GSYİH'nin karesi olarak oluşturulan değişkenin negatif işaretli olması Çin'de ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Buna göre, Çin ekonomisinin ÇKE'nin azalan bölgesinde olması kompozisyon ve teknoloji etkisinin, ölçek etkisinden daha baskın hale gelmeye başlamasıyla açıklanabilir. Çin, yenilenebilir enerji teknolojilerini geliştirmeye yönelik politikalarını iklim değişikliğiyle mücadeledeki temel stratejilerinin merkezine oturtmuştur. Buna göre, Ar-Ge harcamalarının artırılması, yüksek teknolojiye yatırımları teşvik edici yenilik odaklı bir yatırım ortamının oluşturulması, KİT'lerin üretim ve araştırma konusunda şirketlerle rekabet ederek ülke ekonomisine katkı sağlaması ve devletin bu tip yenilikçi şirketlerin Ar-Ge faaliyetlerini sübvansetmesi, DYY'nin yüksek teknolojili, yenilik odaklı sektörlerle odaklanmasının teşvik edilmesi ve bölgesel olarak dengeli bir yatırım stratejisinin belirlenmesi sayesinde Çin, önemli bir teknolojik dönüşüm yaşamaktadır. Yenilik, Ar-Ge ve yüksek teknolojili sektörlerin teşvik edilmesi, özellikle bu alanlara yapılacak DYY'leri artırmaya yönelik politikaların sürdürülmesi ve geliştirilmesi Çin'in düşük karbon ekonomisine geçiş sürecini hızlandıracaktır. Bu noktada, özellikle yeşil dönüşüm ve sürdürülebilir üretim yöntemlerini benimsemek isteyen firmalara düşük faizli finansman sağlanması, yüksek teknolojili alanlarda temiz üretim ve yeşil enerji yatırımlarına kanallandırmak üzere özel fonların kurulması ve performans temelli fonlama mekanizmalarının sağlanarak takip sistemlerinin oluşturulması Çin için önemli politikalar arasında gösterilebilir.

Özellikle Çin'de enerji yoğunluğu ve karbon yoğunluğu gelişmiş ülkelere göre hala oldukça yüksek düzeydedir. Bu, enerji verimliliğini artırmak için birçok fırsatın bulunduğu anlamına gelmektedir. Bu kapsamda, enerji verimliliğini artırmaya yönelik politikalar geliştirmek adına özellikle enerji verimliliğinde başarılı ülkelerden edinilecek iyi uygulama örneklerinin araştırılarak uygulanmasına yönelik düzenlemelerin hayata geçirilmesi faydalı olacaktır. Türkiye'de enerji verimliliği projelerine sunulan finansman

desteğine benzer programlar, kapsamı genişletilerek Çin’de de uygulanmalıdır. Kamu idarelerine enerji tasarrufu hedefleri verilmeli, bu hedefler kademeli olarak artırılmalıdır. Enerji verimliliğini artırmaya yönelik sunulan desteklerin sonuçları takip edilmeli, gerekmesi durumunda revize edilerek faydalı görülen projelerin kapsamı genişletilmelidir. Yeni yapılacak binalarda istisnasız verimlilik standartları artırılmalı ve katı bir şekilde uygulanmalıdır.

Artan uluslararası ticaretle gelen ekonomik entegrasyon ve teknoloji transferleri Çin’in yanında, işbirliği içerisinde olunan ülkelere de bir çok fırsat sunmaktadır. Çin’in yenilenebilir enerji alanındaki tecrübelerinden birçok ülke faydalanabilir. Bu kapsamda, Çin’in dışa açıklığının işbirliği içerisinde olduğu ülkelerin düşük karbonlu ekonomilere geçmesi konusunda faydalı olması için Çinli firmaların özellikle yenilenebilir enerji teknolojilerinin transfer edilmesini sağlayacak alanlara yatırım yapmaları gerekmektedir. Bu alanda uluslararası işbirlikleri ve teknoloji geliştirme çalışmaları da anlamlı politikalardır. Özellikle enerji alanında yapılacak yatırımlar konusunda Çinli firmalar, ülke içerisinde ve ülke dışında fosil yakıt yatırımlarına son vermelidir. Aksi takdirde, Çin gerek kendi karbon nötr hedefleriyle gerekse küresel olarak iklim değişikliğiyle mücadelede belirlenen hedeflerle çelişecektir. Bu kapsamda, Kuşak ve Yol Girişimi (KYG)’nin önemi büyüktür. KYG, Çin hükümeti’nin tarihi İpek Yolu’nu canlandırmak için 2013 yılında başlattığı bir inisiyatifdir(Jijian vd. 2021:7591). Bu girişim, tarihi İpek Yolu’nu modern bir şekilde canlandırarak Asya, Afrika ve Avrupa’yı birbirine bağlamayı amaçlamaktadır. Proje, altyapı geliştirme, ticaret hacmini artırma, yatırımları artırma ve kültürel etkileşimi güçlendirme gibi temel hedefleri içermektedir. Ayrıca, Karasal İpek Yolu ve Deniz İpek Yolu olmak üzere iki ana bileşene dayanarak ülkeler arasında ticaret ve ekonomik entegrasyonu teşvik etmeyi hedeflemektedir. Proje, dünya nüfusunun %65’ini kapsayan 70’ten fazla ülkede büyük altyapı yatırımlarını içermektedir. Türkiye, demiryolu hattı aracılığıyla Orta Koridor Girişimi ile projeye dahil olmuştur. Bu girişim, Asya ve Avrupa arasında ekonomik bir köprü kurmayı amaçlamaktadır ve proje kapsamında yer alan tüm ülkelere refah ve ekonomik büyüme sağlamayı hedeflemektedir(Özbağcı, 2021:436).

Valeriepieris (VP) çemberi, dünyanın yarı nüfusunu içeren en küçük çember olarak tanımlanmaktadır(Arthur, 2024:514). Bu kavram, dünya nüfusunun yarısının belirli bir coğrafyada yoğunlaştığını gösteren bir kavramdır. KYG ise bu coğrafyanın önemli bir

kısmını kapsayan, Çin tarafından yürütülen büyük çaplı ekonomik ve altyapı projelerinden oluşur. Her iki olgu, Asya ve çevresindeki nüfus yoğunluğunu, ekonomik potansiyeli ve stratejik önemi vurgulamaktadır. KYG'nin çabaları, bu çemberdeki ülkelerin ekonomik entegrasyonunu artırırken, aynı zamanda bu coğrafyanın küresel sistemdeki merkezi konumunu güçlendirmektedir. Dolayısıyla, Valeriepieris çemberinin işaret ettiği nüfus yoğunluğu ve ticaret ağları, KYG'nin etkisinin çok daha geniş olduğunu vurgulamaktadır. KYG'nin kapsadığı bölgenin karbon yoğun bir kalkınma yolu izlemesinin ciddi iklimsel sonuçları olacağından Jun vd. (2019) yeşil finans yolu ile KYG'yi karbondan arındırmayı önermektedir. Bu kapsamda, yeşil ve düşük karbonlu yatırımların bölgenin sürdürülebilir büyüme ve kalkınmaya geçişini kolaylaştırmak için temel bir unsur haline gelmesi acil bir ihtiyaçtır. Kılış (2022), Doğu Asya'dan Avrupa'ya uzanan, KYG ülkelerini yeşil hidrojen hattıyla bağlayan ve ısı ile güç alışverişini kolaylaştıran bir konsept önermiştir. Bu kapsamda, net sıfır karbon hedefine ulaşmak için şehirlerin kümelenmesine öncelik verilmesinin önemi vurgulanmaktadır. KYG, bu hedef doğrultusunda hem sorumluluk hem de fırsat taşımaktadır. Bunun nedeni, birçok büyük şehir ve kentsel bölgenin bu rotada veya yakınında yer alması ve birbirleriyle bağlantılı olmasıdır. Bu nedenle, Çin'in bölgedeki rolü önemlidir. Çin, yenilenebilir enerji alanındaki liderliğini, KYG'nin ekonomik entegrasyon hedeflerini sağlama konusundaki politikalarıyla uyumlu hale getirerek bölgedeki ülkelere teknoloji transferi ve yeşil finansman olanakları sağlanması konusunda atılacak adımlarla bir yenilenebilir enerji bölgesinin oluşturulmasında öncü rol oynayabilir. Bölgedeki ülkelerde, sürdürülebilir ulaşım ve iklim dirençli altyapı yatırımları ile azaltım ve uyum konusundaki becerileri artırabilir. Böylece, bölgenin kalkınmasını düşük karbonlu yollarla sağlayarak dünya iklimine daha az hasar verilmesine önemli katkılar sunabilir. Bu çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlara benzer şekilde birçok ampirik çalışma, yenilenebilir enerji tüketiminin karbon salımlarını azaltacağını göstermektedir. Kaldı ki, bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular yenilenebilir enerjinin Çin'de karbon salımını Türkiye'ye göre daha fazla azalttığını göstermektedir. Bu kapsamda, Çin'in yenilenebilir enerji alanına yaptığı yatırımlar iklim değişikliği ile mücadelede anlamlı bir politikadır. Dolayısıyla, iklim değişikliği ile mücadele de yenilenebilir enerji politikalarının artırılmasının gerektiği açıktır. Ancak artan yenilenebilir enerji yatırımları ile birlikte kömürden çıkış en önemli iklim hedefi olmalıdır. Ayrıca, Çin'deki zengin

kömür rezervi aynı zamanda önemli bir istihdam kaynağıdır. Bu nedenle, kömürden aşamalı çıkışın neden olacağı işsizliğe karşı istihdam programları ve yeni oluşacak sektörler için işgücünün hazırlanmasına yönelik eğitim programları hazırlanmalı ayrıca işsizlere yönelik sağlanacak mali destekler için özel fonlar oluşturulmalıdır.

Çin, yenilenebilir enerji yatırımları için gereken kritik minerallerce zengin bir ülkedir. Ancak, ileride yaşanabilecek arz sıkıntılarına yönelik stratejiler geliştirmelidir. İlk yenilenebilir enerji yatırımlarının üzerinden zaman geçtikçe ortaya çıkacak hurda ve eski malzemelerin geri dönüşümünü sağlayarak, kritik minerallerin bir kısmının yeniden ekonomiye kazandırılmasına yönelik yatırımlar yapılmalıdır. Ayrıca, yenilenebilir enerji değişken bir enerji türü olduğundan yatırımlar arttıkça ve enerji üretimin enerji talebinden fazla olduğu zamanlarda depolanabilmesi için teknolojik yeniliklere ihtiyaç vardır. Bu bağlamda, Çin enerji depolama alanında da Ar-Ge yatırımlarını artırarak sürdürmelidir. Auffhammer vd. (2021:336)'e göre açık deniz rüzgar enerjisi en pahalı enerji üretim teknolojilerinden birisi olmasına rağmen 2028 yılına kadar maliyetinin yerel kömür tabanlı elektrik fiyatından daha düşük olması beklenmektedir. Kıyı bölgeleri, yüksek elektrik talebi ve mükemmel rüzgar kaynaklarıyla dikkat çekmektedir. Açık deniz rüzgar enerjisinin maliyet açısından rekabetçi hale gelmesi durumunda Çin'in yenilenebilir enerji gelişiminde büyük artışlar yaşanacaktır. Bu nedenle, açık deniz rüzgar enerjisi rekabetçi fiyatlara ulaşana kadar mali sübvansiyonlarla teşvik edilmeli ve bu büyük potansiyelden etkin bir şekilde yararlanılmalıdır.

Tüm bunlarla birlikte, arazi açma gibi faaliyetlerin engellenmesi, başta ormanlar olmak üzere karbon yutak alanlarının korunması ve geliştirilmesi, her türlü ekosistemin korunması ve karbon tutma kapasitelerinin artırılması, inşaat sektöründen kaynaklanan emisyonların azaltılması için temiz malzemelerin ve yeşil inşaat teknolojilerinin kullanılması ve geliştirilmesi, ulaşım, bina ısıtma/soğutma ve sanayideki üretim süreçlerinin elektrikli hale getirilmesi, aşırı tüketimden uzaklaşarak, geri dönüşüm ve yeniden kullanım temelli döngüsel ekonomiyi destekleyen daha sürdürülebilir bir yaşam tarzına yönelik politikaların desteklenmesi gerekmektedir. Dünya genelinde artan kentleşme ile birlikte, özellikle az gelişmiş ülkelerde aile planlaması, kadınların eğitimi ve güçlendirilmesi sayesinde nüfus artışı sınırlandırılarak karbon salımları ve doğal kaynaklar üzerindeki baskı azaltılabilir. Bölgesel yönetimler, şehirler ve bireyler yenilenebilir enerji kullanımını teşvik ederek önemli katkılar sağlayabilir. Şehirlerde

ulaşım sistemlerinin elektrikli hale gelmesi, toplu taşıma siteminin ve bisikletin yaygınlaştırılması, şirketlerin ve yerel yönetimlerin karbon ayakizini azaltma yönündeki kararlı çabaları karbonsuz bir ekonomiye geçiş için faydalı adımlardır. Nakliye işlemlerinin kara ve hava taşımacılığından demir ve deniz taşımacılığına kaydırılması da olumlu bir etki yaratacaktır. Bireyler ise enerji ihtiyaçlarını karşılamak için yenilenebilir enerji sağlayan şirketleri seşebilir ya da çatılarına güneş panelleri kurarak kendi temiz enerji kaynaklarını oluşturabilirler. Ayrıca enerji tüketimini sınırlayabilir, toplu taşıma araçlarını tercih edebilir veya elektrikli araçlar kullanabilirler. Toplumun daha geniş bir şekilde sürece dahil olmasıyla birlikte, yenilenebilir enerji daha fazla kabul görecek ve yaygınlaşacaktır. Tarımda sürdürülebilir yöntemler desteklenmeli ve çiftçilere bu konuda eğitimler verilmelidir. Ayrıca, gıda ve tüketim ürünlerine karbon ayak izi etiketleri eklenerek insanların hangi ürünlerin daha fazla karbon salımıyla ilişkili olduğunu anlaması sağlanabilir. Böylece, toplumun tüketim davranışları yeşil ürünlere yönlendirilebilir. Basında ve toplumun yaygın katılımının olduğu etkinliklerde iklim değişikliği ve karbon ayak izi hakkında bilgilendirici faaliyetlere yer vererek toplumun her bileşeninde yenilenebilir enerjiyi desteklemenin, fosil yakıtlardan uzaklaşmanın ve iklim değişikliğine karşı acil eylem gerekliliğinin tartışılması önemlidir. Sıralanan bu önlemler her iki ülkenin de iklim hedeflerine ulaşmasını sağlamak adına faydalı adımlardır. Karbon nötr ekonomileri inşa etmek için ihtiyaç duyulan teknoloji zaten mevcuttur. Sadece fosil yakıtlara dayanan ekonomik sistemden çıkış konusunda kararlılık ve iklim dostu teknolojilerin uygulamaya geçirilmesinin hızlandırılması gerekmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abbasi, K. R., Awan, A., Bandyopadhyay, A., Rej, S., & Banday, T. P. (2023). Investigating the Inverted N-Shape EKC in The Presence of Renewable and Nuclear Energy in a Global Sample. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 25(4), 1179-1194.
- AB Başkanlığı, *Fasıl 15: Enerji*, [https://www.ab.gov.tr/fasil-15-enerji\\_80.html](https://www.ab.gov.tr/fasil-15-enerji_80.html) E.T. 28/11/2024
- Abokyi, E., Appiah-Konadu, P., Tangato, K. F., & Abokyi, F. (2021). Electricity Consumption and Carbon Dioxide Emissions: The Role of Trade Openness and Manufacturing Sub-Sector Output in Ghana. *Energy and Climate Change*, 2, 100026.
- Acar, Sevil (2015), The International Institute for Sustainable Development, *Türkiye’de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri GSI Report*, Mart 2015, [https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/ffsandrens\\_turkey\\_coal\\_tk.pdf](https://www.iisd.org/gsi/sites/default/files/ffsandrens_turkey_coal_tk.pdf).
- Acheampong, A. O. (2018). Economic Growth, CO2 Emissions and Energy Consumption: What Causes What and Where?, *Energy Economics*, 74, 677-692.
- Adaman, Fikret & Ozkaynak, Begum. (2002). The Economics-Environment Relationship: Neoclassical, Institutional, and Marxist Approaches. *Studies in Political Economy*. 69. 109-135.
- Agarwal, A., & Narain, S. (1991). *Global Warming in an Unequal World*, Centre for Science and Environment. Delhi, India, 36pp.
- Ahmad, A., Zhao, Y., Shahbaz, M., Bano, S., Zhang, Z., Wang, S., & Liu, Y. (2016). Carbon Emissions, Energy Consumption and Economic Growth: An Aggregate and Disaggregate Analysis of the Indian Economy. *Energy Policy*, 96, 131-143.
- Ahmad, N., Du, L., Lu, J., Wang, J., Li, H. Z., & Hashmi, M. Z. (2017). Modelling the CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth in Croatia: is There Any Environmental Kuznets Curve?. *Energy*, 123, 164-172.
- Akbal, G. F. (2022). 5 Yıllık Kalkınma Planları ve Yasal Düzenlemeler Çerçevesinde Çin’in Yenilenebilir Enerji Politikaları. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(74), 350-362. <https://doi.org/10.51290/dpusbe.1165490>
- Akbal, G. F. (2021). *Yenilenebilir Enerji Politikaları: Türkiye ve Çin Karşılaştırması*, (Doctoral Dissertation, Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey)).
- Akbulut, H., & Yereli, A. B. (2023). A New Look at the Pollution Halo Hypothesis: The Role of Environmental Policy Stringency. *Estudios de Economía*, 50(1), 31-54.



- Akduran, Ö. & Ateş, L., (2024), TÜSEV, *Kamu Yararı ve Vergi Muafiyeti Statüleri*, [https://tusev.org.tr/wp-content/uploads/2024/07/Kamu\\_Yarari\\_ve\\_Vergi\\_Muafiyeti\\_Statuleri.pdf](https://tusev.org.tr/wp-content/uploads/2024/07/Kamu_Yarari_ve_Vergi_Muafiyeti_Statuleri.pdf).
- Akova, İ. (2024), 7. Bölüm/Chapter, *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Stratejileri ve Politikaları*, Türkiye’de Beşeri Coğrafya, 177.
- Al-Mulali, U. (2014). Investigating the Impact of Nuclear Energy Consumption on GDP Growth and CO2 Emission: A Panel Data Analysis. *Progress in Nuclear Energy*, 73, 172-178.
- Ali, S. H., & Puppim de Oliveira, J. A. (2018). Pollution and Economic Development: an Empirical Research Review. *Environmental Research Letters*, 13(12), 123003.
- Allison, P.(2012), *When Can You Safely Ignore Multicollinearity?* <https://statisticalhorizons.com/multicollinearity/> E.T. 22/11/2024.
- Alizada, K. (2018). Rethinking the Diffusion of Renewable Energy Policies: a Global Assessment of Feed-in Tariffs and Renewable Portfolio Standards. *Energy Research & Social Science*, 44, 346-361.
- Altunok, A. E., & Altunok, E. (2016). AB İklim Değişikliği Politikaları, *Denetim*(12), 45-55.
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2015). Energy Consumption, Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: The Case of Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 237-247.
- Ambec, S., & Barla, P. (2002). A Theoretical Foundation of The Porter Hypothesis. *Economics Letters*, 75(3), 355-360.
- Anadolu Ajansı, *Karbon Yutağı Mangrov Ormanları Doğal Afetlere Karşı Bariyer Görevi Üstleniyor*, <https://www.aa.com.tr/tr/yesilhat/dogal-yasam/karbon-yutagi-mangrov-ormanlari-dogal-afetlere-karsi-bariyer-gorevi-ustleniyor/1821234> E.T. 17/12/2024.
- Anderson, Mark. (2012). Economics, Steady State. *Berkshire Encyclopedia of Sustainability*. 10. 78-85.
- Ang, J. B. (2007). CO<sub>2</sub> Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778.
- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). On the Causal Dynamics Between Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy, and Economic Growth. *Ecological Economics*, 69(11), 2255-2260.
- Apaydın, Şükrü (2019), *İktisatta Büyüme ve Çevre Düşüncesinin Evrimi*, Enerji, Çevre ve İktisat Araştırmaları, Siyasal Kitabevi.

- Appiah, K., Worae, T. A., Yeboah, B., & Yeboah, M. (2022). The Causal Nexus Between Trade Openness and Environmental Pollution in Selected Emerging Economies. *Ecological Indicators*, 138, 108872.
- Arı, İ. (2010), “İklim Değişikliği İle Mücadelede Emisyon Ticareti ve Türkiye Uygulaması”, Devlet Planlama Teşkilatı Uzmanlık Tezi, Ankara. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/İklim-Degisikligi-ile-Mucadelede-Emisyon-Ticareti-ve-Turkiye-Uygulaması-Izzet-Arı.pdf>.
- Ari, Yakup. (2022). *ARDL Sınır Testi Uygulamaları Üzerine Tartışmalar*. 21. Yüzyılda İktisadı Anlamak: Güncel Ekonometrik Zaman Serileri Çalışmaları (pp.187-202)Publisher: Gazi Kitabevi.
- Arthur, R. (2024). Valeriepieris Circles for Spatial Data Analysis. *Geographical Analysis*, 56(3), 514-529.
- Aslam, B., Hu, J., Hafeez, M., Ma, D., AlGarni, T. S., Saeed, M., & Hussain, S. (2021). Applying Environmental Kuznets Curve Framework to Assess the Nexus of Industry, Globalization, and CO2 Emission. *Environmental Technology & Innovation*, 21, 101377.
- Aşan, Dilek (2023), *Enerji Verimliliği ve Negawatt Kavramı*, <https://satinalmadergisi.com/enerji-verimliliği-ve-negawatt-kavramı/> E.T. 03/04/2024.
- Aşıcı, A. A. Türkiye Emisyon Ticaret Sisteminin Bir Ön Analizi. *Guangdong*, 279, 0-55.
- Ataçay, M. N. (2023). Çin’de Gelişen Bir Stratejik Sektör Olarak Yenilenebilir Enerji. *Alınları Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 125-138.
- Atgür, M. (2021). Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonları İlişkisi: Çin Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 172-186.
- Auffhammer, M., Wang, M., Xie, L., & Xu, J. (2021). Renewable electricity development in China: Policies, Performance, and Challenges. *Review of Environmental Economics and Policy*, 15(2), 323-339.
- Aydemir, C., & Güneş, H. H. (2006). Merkantilizmin Ortaya Çıkışı, *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(15), 1-23.
- Aydinoğlu, A. U., & Özdemir, B. E. (2022). Yeşil Mutabakat: Tarihçe ve Akademik Araştırmaların İncelenmesi, *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi*, 11(2), 107-121.
- Azam, M., Khan, A. Q., Abdullah, H. B., & Qureshi, M. E. (2016). The Impact of CO<sub>2</sub> Emissions on Economic Growth: Evidence From Selected Higher CO<sub>2</sub> Emissions Economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 6376-6389.

- Ayres, R. U. (2017). Gaps in Mainstream Economics: Energy, Growth, and Sustainability. *Green Economy Reader: Lectures in Ecological Economics and Sustainability*, 39-53.
- Banking On Climate Chaos (2024), *Fossil Fuel Finance Report 2024*, [https://www.bankingonclimatechaos.org/wp-content/uploads/2024/07/BOCC\\_2024\\_vF3.pdf](https://www.bankingonclimatechaos.org/wp-content/uploads/2024/07/BOCC_2024_vF3.pdf) E.T. 03/04/2024.
- Bakkal, H. (2022). Ekonomik Büyüme, Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları, Finansal Gelişme ve Ekolojik Ayak İzi Arasındaki İlişki: ABD ve Çin Üzerine Bir Analiz. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 23(3), 366-386.
- BAA Enerji Komisyon, (2019), *Türkiye Enerji Görünümü: Sorunlar ve Çözüm Arayışları* <https://bilimveaydinlanma.org/turkiye-enerji-gorunumu-sorunlar-ve-cozum-arayislari/> E.T.07/03/2024.
- Bacak, S., Külcü, R., & Ekinci, K. (2009). Türkiye ve AB Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Politikaları ve Hedefler. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 5(1), 9-14.
- Balakrishnan, P., S. Shabbir, M., F. Siddiqi, A., & Wang, X. (2020). Current Status and Future Prospects of Renewable Energy: A Case Study. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 42(21), 2698-2703.
- Baserup, Ester (1993), *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Pressure*. London.
- Bashir, M. F. (2022). Discovering the Evolution of Pollution Haven Hypothesis: A Literature Review and Future Research Agenda. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(32), 48210-48232.
- Baydemir, T. (2021). *Avrupa Yeşil Mutabakatı*. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, Yıl:54 Sayı:644:13-29.
- Baykan, B. G. (2009). *Kopenhag Zirvesi: Zayıf Mutakabat, Hedefsiz Türkiye*. <http://www.acikerisim.bahcesehir.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/454/ArastirmaNotu059.doc?sequence=1&isAllowed=y> E.T.07/03/2024.
- Bayramoğlu, A. T., & 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.
- BBC News Türkçe, *Yaşlı ağaçlar 'karbon yakalama yeteneklerini geliştirebiliyor'* <https://www.bbc.com/turkce/articles/crmw7j1xr9vo#:~:text=%C4%B0ngiltere%27deki%20Birmingham%20%C3%9Cniversitesi%27nden,%C3%BCzerindeki%20seviyelerde%20karbondioksidi%20maruz%20b%C4%B1rak%C4%B1ld%C4%B1> E.T. 23/12/2024.

- Bélaïd, F., & Youssef, M. (2017). Environmental Degradation, Renewable and Non-Renewable Electricity Consumption, and Economic Growth: Assessing the Evidence from Algeria. *Energy Policy*, 102, 277-287.
- Benicourt, E.& Guerrien, B. (2017), *Neoklasik İktisat Teorisi* (M.Dönmez & E.Tokdemir, çev.), İletişim Yayınları.
- Bhattacharya, M. (2019). *The Environmental Kuznets Curve: A Critical Review of Earlier Literature*. Environmental Kuznets Curve (EKC), 9-14.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S., & Jaafar, M. (2015). CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic and Population Growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601.
- Bekun, F. V., Gyamfi, B. A., Etokakpan, M. U., & Çakir, B. (2023). Revisiting the Pollution Haven Hypothesis within the Context of the Environmental Kuznets Curve. *International Journal of Energy Sector Management*, 17(6), 1210-1231.
- Ben Jebli, M., Ben Youssef, S., & Ozturk, I. (2016). Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis: The Role of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Trade in OECD Countries. *Ecological Indicators*, 60, 824-831.
- Bento, J. P. C., & Moutinho, V. (2016). CO<sub>2</sub> Emissions, Non-Renewable and Renewable Electricity Production, Economic Growth, and International Trade in Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 142-155.
- Berry, T., & Jaccard, M. (2001). The Renewable Portfolio Standard: Design Considerations And An Implementation Survey. *Energy Policy*, 29(4), 263-277.
- Beyene, Demissew S., & Kotosz, B. (2020). Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis: An Empirical Study for East African Countries. *International Journal of Environmental Studies*, 77(4), 636-654.
- Bhagwati J (1993) Trade And The Environment: The False Conflict? In: Zaelke D, Orbuch P, Housman RF (eds) *Trade And The Environment: Law, Economics And Policy*. Island Press.
- Bilgiç, G. (2024). Türkiye Hidrojen Enerjisi Stratejilerinin ve Geliştirilen Politikaların Araştırılması, *Düzce Üniversitesi Teknik Bilimler Dergisi*, 2(1), 70-79.
- Bilir, H. (2018). Neoklasik İktisadın Tanımlanmasına Yönelik Bir deneme. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 658-670.
- Bilim ve Teknik Dergisi, Tübitak (2021), *Küresel İklim Değişikliği*, Kasım 2021, Yıl:55 Sayı: 648.
- Bilim ve Teknik Dergisi, Tübitak (2023), *Küresel Isınmanın Geleceği ve Çıkış Yolları*, Eylül 2023, Yıl:56, Sayı 670.

- Boutabba, M. A. (2014). The Impact of Financial Development, Income, Energy and Trade on Carbon Emissions: Evidence from the Indian Economy. *Economic Modelling*, 40, 33-41.
- Bodansky, D. (2016). The Legal Character of the Paris Agreement. *Review of European, Comparative & International Environmental Law*, 25(2), 142-150.
- Bowdon, Tom Butler (2022), *50 Ekonomi Klasığı* (B.N.Yıldız çev.) Pegasus Yayınları.
- Bouznit, M., & Pablo-Romero, M. D. P. (2016). CO<sub>2</sub> Emission and Economic Growth in Algeria. *Energy Policy*, 96, 93-104.o
- Bozkurt, S.&Tür, R. (2015). Dünya'da Ve Türkiye'de Hidroelektrik Enerji, Gelişimi Ve Genel Değerlendirme. *4. Su Yapıları Sempozyumu*, (p. 324). Antalya.
- Bozoğlu, Baran (2019), *21. Yüzyılda İklim Krizi, Paris Antlaşması ve İklim Değişikliğine Uyum*, Dorlion Yayınları.
- Bölgesel Çevre Merkezi REC-Türkiye (2015), *A'dan Z'ye İklim Değişikliği Başucu Rehberi*. [https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2016/11/adanzye\\_iklim\\_degisikligi\\_basucurehberi.pdf](https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2016/11/adanzye_iklim_degisikligi_basucurehberi.pdf) E.T. 02/03/2024.
- Bölgesel Çevre Merkezi REC-Türkiye, (2006), *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü Metinler ve Temel Bilgiler*, <https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2016/11/iklimkyoto1.pdf> E.T. 02/03/2024.
- Budak, Sevim, (2021), “Çevre”, *Tübitak Sosyal Bilimler Ansiklopedisi*, <https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/cevre> E.T. 02/03/2024.
- Burkett, Paul (2011), *Marksizm ve Ekolojik İktisat Kızıl ve Yeşil Bir Ekonomi Politiğe Doğru* (E.Günçiner çev.),Yordam Kitap.
- Can, Ferhan (2023), *Çevre ve İklim Değişikliği 101*, Say Yayınları.
- Center for Climate and Energy Solutions(C2ES) (t.y.), *State Climate Policy Maps*, <https://www.c2es.org/content/state-climate-policy/> E.T. 23/12/2024.
- Chai, S., Zhang, G., Li, G. et al. Industrial Hydrogen Production Technology And Development Status in China: a Review. *Clean Techn Environ Policy* 23, 1931–1946 (2021).
- Chen, P. Y., Chen, S. T., Hsu, C. S., & Chen, C. C. (2016). Modeling the Global Relationships Among Economic Growth, Energy Consumption and CO<sub>2</sub> Emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 420-431.
- Chen, Y., Wang, Z., & Zhong, Z. (2019). CO<sub>2</sub> Emissions, Economic Growth, Renewable and Non-Renewable Energy Production and Foreign Trade in China. *Renewable Energy*, 131, 208-216.

- Cil, Nilgun (2022), Is Pollution Haven Hypothesis Valid in Turkey? New Evidence From Fourier Approach, 22 February 2022, *Preprint (Version 1) available at Research Square*.
- Climate Change and Society at NC State University, *Climate change and the “tragedy of the commons”* <https://ccs.sciences.ncsu.edu/climate-change-and-the-tragedy-of-the-commons/> E.T. 02/04/2024
- Club Of Rome, *The Limits to Growth*, <https://www.clubofrome.org/publication/the-limits-to-growth> E.T. 24/08/2024
- Coase, R. H. (1960), “*The Problem of Social Cost*”, Journal of Law and Economics.
- Cole, M. A., Rayner, A. J., & Bates, J. M. (1997). The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis. *Environment and Development Economics*, 2(4), 401-416.
- Collins, D., & Zheng, C. (2015). Managing the Poverty–CO<sub>2</sub> Reductions Paradox: the Case of China and the EU. *Organization & Environment*, 28(4), 355-373.
- Copeland, B.R., and Taylor M.S. (1994), North-South Trade and the Environment, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 109, No. 3, August, pp. 755-787.
- Costanza, R., Cumberland, J. H., Daly, H., Goodland, R., & Norgaard, R. B. Kubiszewski, B., & Franco, C.(2015). *An Introduction to Ecological Economics*, Second Edition CRC Press.
- Coşkun, Y. (2024), *ESG Sürdürülebilirlik Krizinin & Şirket Değerinin Yeni Anahtarı mı?*, Scala Yayıncılık.
- Crutzen, P. J., & Stoermer, E. F., ‘The “Anthropocene” ’, *IGBP Newsletter*, 41 (2000): 17–18.
- Crutzen, P. J., ‘The “Anthropocene” ’, *J. Phys. IV France*, 12 (2002): 447.
- Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi (2021), *2021-2023 Türkiye Uluslararası Doğrudan Yatırım Stratejisi*, [http://www.sp.gov.tr/tr/temel-belge/s/237/Turkiye+Uluslararası+Dogrudan+Yatirim+\\_UDY\\_+Stratejisi+\\_2021-2023](http://www.sp.gov.tr/tr/temel-belge/s/237/Turkiye+Uluslararası+Dogrudan+Yatirim+_UDY_+Stratejisi+_2021-2023) E.T. 01/12/2024.
- Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi, *Türkiye’de Uluslararası Doğrudan Yatırım*, <https://www.invest.gov.tr/tr/whyturkey/sayfalar/fdi-in-turkey.aspx> E.T. 01/12/2024.
- Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi (2024), *Türkiye Yüzyılında Uluslararası Doğrudan Yatırımlar*, <https://www.invest.gov.tr/en/library/publications/lists/investpublications/foreign-direct-investment-in-turkiye-century.pdf> E.T. 01/12/2024.

- Cumhurbaşkanı Kararı, Karar sayısı: 3453, (2021), *Resmi Gazete*, 31380, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2021/01/20210130-9.pdf> E.T. 01/12/2024.
- Çelik, İsmail Erkan, Bozkurt, Gözde (2024), *Finansal Ekonometrik Analiz*, Gazi Kitabevi.
- Çelik, L. (2009), “Çevre Finansmanı Kapsamında Emisyon Ticareti ve Karbon Piyasasının Türkiye’ye Yansımaları”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya.
- Çelikkaya, A. (2017). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Sağlanan Teşvikler Üzerine Bir İnceleme. *Vergi Sorunları Dergisi*, 345(6), 1-22.
- Çetin, M., & Saygın, S. (2019). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’nin Ampirik Analizi: Türkiye ekonomisi örneği. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 26(2), 529-546.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2024), *İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı 2024-2030*, [https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/%C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20Azalt%C4%B1m%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1%20\(2024-2030\).pdf](https://iklim.gov.tr/db/turkce/icerikler/files/%C4%B0klim%20De%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi%20Azalt%C4%B1m%20Stratejisi%20ve%20Eylem%20Plan%C4%B1%20(2024-2030).pdf) E.T. 25/05/2024.
- Çevre Kanunu, Kanun Sayısı: 2872, (1983), *Resmi Gazete*, 18132, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=2872&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5> E.T. 01/03/2024.
- Çevre Mühendisliği, *Dünya Limit Aşımı Günü*, Çevre Mühendisliği Paylaşım ve İletişim Portalı, <https://www.cevremuhendisligi.org/index.php/98-haberler/yazar-ozs/2096-turkiye-ve-dunya-limit-asim-gunu>, E.T. 01/03/2024
- Çevre ve Orman Bakanlığı (2008), “*Kyoto Protokolü Esneklik Mekanizmaları ve Diğer Uluslararası Emisyon Ticaret Sistemleri Özel İhtisas Komisyonu Raporu*” .
- Çevre ve Orman Bakanlığı (2011), “*Karbon Piyasalarında Ulusal Deneyim ve Geleceğe Bakış*” .  
[http://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/library/environment\\_energy/carb-onmarkets.html](http://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/library/environment_energy/carb-onmarkets.html).
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2022), *Terimler Sözlüğü*, <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/terimler-sozlugu-10-20220808231700.pdf>.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2022), *İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitesinin Geliştirilmesi Eğitim Projesi*. [https://ab.gov.tr/iklim-degisikligine-uyum-konusunda-kurumsal-kapasitenin-gelistirilmesi-icin-egitim-projesi\\_52997.html](https://ab.gov.tr/iklim-degisikligine-uyum-konusunda-kurumsal-kapasitenin-gelistirilmesi-icin-egitim-projesi_52997.html).
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, *Kyoto Protokolü*, [https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/kyoto\\_protokol.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/iklim/editordosya/kyoto_protokol.pdf) E.T. 03/12/2023

- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2019), *Emisyon Ticaret Sistemi Nedir? Nasıl Çalışır?* [https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/icerikler/full\\_taslak-20191127113907.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/destek/icerikler/full_taslak-20191127113907.pdf) E.T.23/01/2024
- Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı & European Bank (2023), *Potential Impact of the Carbon Border Adjustment Mechanism on the Turkish Economy*, [https://iklim.gov.tr/db/turkce/haberler/files/20230523%20Impacts%20of%20CBAM%20on%20Turkiye%20phase%20%20report%20FV3%20\(2\)-sayfalar-1,3,5-16%20\(1\)%20\(1\).pdf](https://iklim.gov.tr/db/turkce/haberler/files/20230523%20Impacts%20of%20CBAM%20on%20Turkiye%20phase%20%20report%20FV3%20(2)-sayfalar-1,3,5-16%20(1)%20(1).pdf).
- Çiçek, İhsan (2021), *İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi Eğitimi Projesi*, [https://iklimiduy.org/modul/iklimiduy\\_modul\\_1.pdf](https://iklimiduy.org/modul/iklimiduy_modul_1.pdf).
- Çokgezen, J. (2007), “Avrupa Birliği Çevre Politikası ve Türkiye”, *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi*, Cilt 23 sayı 2.
- Dağdemir, Özcan (2015), *Çevre Sorunlarına Ekonomik Yaklaşımlar ve Optimal Politika Arayışları*, Gazi Kitabevi.
- Daly, H. E. (1993), Steady-State Economics: A New Paradigm. *New Literary History*, 24(4), 811-816.
- Daly, H. E. (2000), *Ecological Economics and The Ecology of Economics: Essays in Criticism*, Cheltenham, Edward Elgar.
- Damyan, Didem (2023), *Şehirler Elektrikli Araçların Benimsenmesini Nasıl Teşvik Edebilir?* <https://temizenerji.org/2023/03/28/sehirler-elektrikli-araclarin-benimsenmesini-nasil-tesvik-edebilir> E.T. 11/05/2024.
- Dışişleri Bakanlığı, *Vienna Sözleşmesi ve Montreal Protokolü*, <https://www.mfa.gov.tr/viyana-sozlesmesi-ve-montreal-protokolu.tr.mfa> E.T. 11/05/2024.
- Dışişleri Bakanlığı, *BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*, <https://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa> E.T. 02/12/2023.
- Dışişleri Bakanlığı, *Paris Anlaşması*, <https://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa> E.T. 28/01/2024
- Dışişleri Bakanlığı, *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*, <https://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa> E.T. 01/12/2024.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431-455.
- Dinler, Zeynel (2012), *Mikro Ekonomi*, Ekin Basım Yayın Dağıtım.



- Diriöz, A. O. (2021). AB Yeşil Mutabakat Kapsamında Yeşil Ekonomiye Dönüşüm Süreci, Türkiye-AB İlişkilerine Olası Etkilerinin Değerlendirilmesi. *Uluslararası Suçlar ve Tarih*, (22), 107-130.
- Dogan, S., Doğan, E., & Tüzer, M. (2020). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği: Bilimsel Uzlaşmadan Politik Ayrışmaya. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(39), 1453-1484.
- Dogan, S., Doğan, E., & Tüzer, M. (2022). Fosil Yakıt Kaynaklı Karbondioksit Emisyonlarına Dayalı K-Ortalama Kümeleme Analizi: G20 Örneği. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*(36), 187-203.
- Dogan, E., & Seker, F. (2016). The Influence of Real Output, Renewable and Non-Renewable Energy, Trade and Financial Development on Carbon Emissions in The Top Renewable Energy Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 1074-1085.
- Donanım Haber, *Elon Musk uyardı: 2025 yılında elektrik kıtlığı yaşanacak*, <https://www.donanimhaber.com/elon-musk-uyardi-2025-yilinda-elektrik-kitligi-yasanacak--174784>, E.T. 29/03/2024.
- Dong, K., Sun, R., Jiang, H., & Zeng, X. (2018). CO<sub>2</sub> Emissions, Economic Growth, and The Environmental Kuznets Curve in China: What Roles Can Nuclear Energy and Renewable Energy Play?. *Journal of Cleaner Production*, 196, 51-63.
- Dou, Y., Zhao, J., Malik, M. N., & Dong, K. (2021). Assessing The Impact of Trade Openness on CO<sub>2</sub> Emissions: Evidence From China-Japan-ROK FTA Countries. *Journal of Environmental Management*, 296, 113241.
- DPT (2000), *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı İklim Değişikliği Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Iklim-Degisikligi-OIK-Raporu.pdf>.
- DPT (2000), *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Raporu Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları Özel İhtisas Komisyonu Raporu*, <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2022/08/Dogrudan-Yabanci-Sermaye-Yatirimlari-OIK-Raporu.pdf>.
- Dumrul, Yasemin & Kılıçarslan, Zerrin. (2017). Foreign Direct Investments and CO<sub>2</sub> Emissions Relationship: The Case of Turkey. *Business and Economics Research Journal*. 4. 647-660.
- Durman, Mustafa; Önder, Hüseyin (2016), *Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi*, Ekin Yayınevi 2. Baskı.
- Dünya Ekonomik Forumu (2022), *The Global Risks Report 2022*, 17th Edition, [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_Global\\_Risks\\_Report\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf).

- Dünya Enerji Konseyi, *İklim Kulübü : Başarısız Küresel Çaba Nasıl Onarılır?* <https://dunyaenerji.org.tr/iklim-kulubu-basarisiz-kuresel-caba-nasil-onarilir/> E.T. 15/05/2024.
- Dünya Enerji Konseyi, *Küresel deniz üstü rüzgar enerjisi kurulu gücü 2027 yılına kadar her yıl 26 gigavat artacak*, <https://dunyaenerji.org.tr/kuresel-deniz-ustu-ruzgar-enerjisi-kurulu-gucu-2027-yilina-kadar-her-yil-26-gigavat-artacak/> E.T. 01/12/2024.
- Dünya Enerji Konseyi, *Çin'in Yenilenebilir Enerji Stratejisinde Mevcut Durum Raporu Özeti*, <https://dunyaenerji.org.tr/cinin-yenilenebilir-enerji-stratejisinde-mevcut-durum-raporu-ozeti/> E.T. 01/12/2024.
- Dünya Enerji Konseyi (2020), *Yeşil Hidrojen Raporu Özet*, <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2020/11/Yesil-Hidrojen-Raporu.pdf>.
- Ederington, J., Levinson, A., & Minier, J. (2004). Trade Liberalization and Pollution Havens. *Advances in Economic Analysis & Policy*, 4(2).
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1972). Impact of. *Three Population Resources, and the Environment*, 365.
- Ehrlich, P. R., & Holdren, J. P. (1971). Impact of Population Growth: Complacency Concerning This Component of Man's Predicament is Unjustified and Counterproductive. *Science*, 171(3977), 1212-1217.
- Ekonomim, *Dünyanın yeni nüfusu açıklandı*, <https://www.ekonomim.com/yasam/dunyanin-yeni-nufusu-aciklandi-haberi-722856>, E.T. 23/03/2024.
- Endres, A., & Radke, V. (2012). *Economics for Environmental Studies. A Strategic Guide to Micro-and Macroeconomics*, Berlin et al.
- Enerji Verimliliği Kanunu, Kanun Sayısı: 5627, (2007), *Resmi Gazete*, 26510, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.5627.pdf>.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2023), *Türkiye Hidrojen Teknolojileri Stratejisi ve Yol Haritası*, [https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Kurumsal\\_Politikalar/HSP/ETKB\\_Hidrojen\\_Stratejik\\_Plan2023.pdf](https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Kurumsal_Politikalar/HSP/ETKB_Hidrojen_Stratejik_Plan2023.pdf).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2024a), *2023 Yılı Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu*, <https://enerjiverimliliği.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/d1b31554-11e2-4392-b014-74a48bfda6a2.pdf>.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2022), *Türkiye Ulusal Enerji Planı 2022*, [https://enerjiverimliliği.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/T%C3%BCrkiye\\_Ulusal\\_Enerji\\_Plan%C4%B1.pdf](https://enerjiverimliliği.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf).

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Uluslararası Enerji Ajansı Enerji Verimliliği 2022 Raporu* Özeti, [https://enerjiverimlilik.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/Uluslararası%C4%B1\\_Enerji\\_Ajansı%C4%B1.pdf](https://enerjiverimlilik.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/Uluslararası%C4%B1_Enerji_Ajansı%C4%B1.pdf) E.T. 19/12/2024.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2024b), *Enerji Verimliliği 2030 Stratejisi ve II. Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı (2024-2030)*, [https://enerjiverimlilik.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/Eylem\\_Planı.pdf](https://enerjiverimlilik.enerji.gov.tr/template/dist/pdf/Eylem_Planı.pdf).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Kamu Binalarında Tasarruf Hedefi* <https://enerji.gov.tr/evced-enerji-verimlilik-kamu-binalarında-tasarruf-hedefi> E.T. 23/12/2024
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Paris Anlaşması*, <https://enerji.gov.tr/evced-cevre-ve-iklim-paris-anlasmasi> E.T. 23/01/2024.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Jeotermal*, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-jeotermal> E.T. 01/12/2024.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Rüzgar*, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar> E.T. 01/12/2024.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Güneş*, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes> E.T. 01/12/2024.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Biyokütle*, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-biyokutle> E.T. 01/12/2024.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Lisanssız Elektrik Üretimi*, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-uretim-faaliyetleri-lisansiz-elektrik-uretimi> E.T. 19/12/2024.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) Modeli ve Uygulamaları*, <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-uretim-faaliyetleri-yeka-modeli> E.T. 01/12/2024
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Kömür*, <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabii-kaynaklar-komur> E.T. 18/12/2024
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Kömür*, <https://enerji.gov.tr/english-info-bank-natural-resources-coal-tr> E.T. 18/12/2024.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Yenilenebilir Enerjide 2035 Yol Haritası*, <https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=21380> E.T.23/12/2024.
- Engin, B. (2010a), “İklim Değişikliği İle Mücadele Uluslararası İşbirliğinin Önemi”, *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2, 2010, ss.71-82.
- Engin, B. (2010b), “Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Programı ve Co2 Fiyatını Belirleyen Faktörler”, *Sosyal Bilimler Dergisi* 2010, (4), 33-43.

- Engin, C. (2004). Türkiye'nin Enerji Politikaları: Petrol, Doğal Gaz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(1).
- EPA, *Energy and Environment Guide to Action - Chapter 5: Renewable Portfolio Standards*, <https://www.epa.gov/statelocalenergy/energy-and-environment-guide-action-chapter-5-renewable-portfolio-standards> E.T. 07/12/2024.
- EPDK, *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM)*, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-0-122/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-destekleme-mekanizmasi-yekdem> E.T. 02/12/2024
- EPİAŞ, *YEK-G Sistemi ve Organize YEK-G Piyasası Tanıtımı*, <https://www.epias.com.tr/yek-g-piyasasi/yek-g-sistemi-ve-organize-yek-g-piyasasi-tanitimi/> E.T. 16/12/2024
- EPİAŞ, *01.07.2021 Tarihinden 31.12.2030 Tarihine Kadar İşletmeye Girecek YEK Belgeli Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Dayalı Elektrik Üretim Tesisleri İçin Uygulanacak Fiyatlar Hk.* <https://www.epias.com.tr/tum-duyurular/piyasa-duyurulari/elektrik/kayit-ve-uzlastirma/01-07-2021-tarihinden-31-12-2030-tarihine-kadar-isletmeye-girecek-yek-belgeli-yenilenebilir-enerji-kaynaklarina-dayali-elektrik-uretim-tesisleri-icin-uygulanacak-fiyatlar-hk-18/> E.T. 28/11/2024
- Erginsoy, Güliz,(2021) “Antroposen Çağ”, Tübitak Sosyal Bilimler Ansiklopedisi [https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/antroposen\\_cag](https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/antroposen_cag), E.T.02/03/2024.
- Erdoğan, S. (2020). Enerji, Çevre ve Sera Gazları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 277-303.
- Erdoğan, İ. Türköz, K., & Görüş, M. Ş. (2015). 11.Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisi için Geçerliliği, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(44).
- Erlwein, A., Oliva, I., Fuders, F., & Donoso, P. J. (2020). Towards a Transdisciplinary *Ecological Economics: A Cognitive Approach. Ecological Economic and Socio Ecological Strategies for Forest Conservation: A Transdisciplinary Approach Focused on Chile and Brazil*, 3-17.
- Ertugrul, H. M., Cetin, M., Seker, F., & Dogan, E. (2016). The Impact of Trade Openness on Global Carbon Dioxide Emissions: Evidence From The Top Ten Emitters Among Developing Countries. *Ecological Indicators*, 67, 543-555.
- Essandoh, O. K., Islam, M., & Kakinaka, M. (2020). Linking International Trade and Foreign Direct Investment to CO2 Emissions: Any Differences Between Developed and Developing Countries?. *Science of The Total Environment*, 712, 136437.
- European Commission (2017) *ETS Handbook*, [https://climate.ec.europa.eu/system/files/2017-03/ets\\_handbook\\_en.pdf](https://climate.ec.europa.eu/system/files/2017-03/ets_handbook_en.pdf).

- European Parliamentary Research Service (2022), *China's Climate Change Policies State of Play Ahead of COP27*, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/738186/EPRS\\_BRI\(2022\)738186\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/738186/EPRS_BRI(2022)738186_EN.pdf).
- European Commission, *The European Green Deal*, [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_en](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en) E.T. 15/02/2024.
- EÜAŞ (2023), Elektrik Üretim A.Ş., *Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu*, <https://www.euas.gov.tr/raporlar>.
- Falkner, R. (2016). The Paris Agreement and The New Logic of International Climate Politics. *International Affairs*, 92(5), 1107-1125.
- Fang, Z., & Jialu, Z. (2023). State-Owned Enterprises Responses to China's Carbon Neutrality Goals and Implications for Foreign Investors. *Georgetown Journal of International Affairs (GJIA)*. <https://gjia.georgetown.edu/2023/02/15/state-owned-enterprises-responses-to-chinas-carbon-neutrality-goals-and-implications-for-foreign-investors/>.
- Farhani, S., Chaibi, A., & Rault, C. (2014). CO2 Emissions, Output, Energy Consumption, and Trade in Tunisia. *Economic Modelling*, 38, 426-434.
- Fardian, M. Iqbal, Yuli Hariyati, Herman Cahyo Diartho, and Teguh Hadi Priyono. "A Theoretical Framework in Environment Improvement Policy: A Multidisciplinary Approach." *Annals of the Romanian Society for Cell Biology* (2021): 18620-18637.
- Farman, J. C., Gardiner, B. G., & Shanklin, J. D. (1985). Large Losses of Total Ozone in Antarctica Reveal Seasonal ClO<sub>x</sub>/NO<sub>x</sub> Interaction. *Nature*, 315(6016), 207-210.
- Fodha, M., & Zaghdoud, O. (2010). Economic Growth and Pollutant Emissions in Tunisia: An Empirical Analysis of The Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 38(2), 1150-1156.
- Foley, Duncan, Michl, Thomas (2015), *Büyüme ve Bölüşüm* (B.Eres çev.), Phoenix Yayınevi.
- Folke, C. Jansson, Å. Rockström, J. Olsson, P. Carpenter, S. R. Chapin, F. S. & Westley, F. (2011). Reconnecting to The Biosphere. *Ambio*, 40, 719-738.
- Foster, J. Bellamy (2023), *Savunmasız Gezegen* (H. Ünder çev.), Epos Yayınları.
- Gates, Bill (2021), *İklim Felaketini Nasıl Önleriz? Mevcut Çözümler ve Yapılması Gerekenler* (M.Gürsel çev.) Doğan Kitap.
- Gautier, Catherine (2014), *Petrol, Su ve İklim* (S.Genç Çev.) Tübitak Yayınları.

- Gezdim, Serhat Bayrak (2017), *Küresel Co2 Emisyonunun Belirleyicilerinin Analizi: Dinamik Panel Kantil Regresyon Analizi*, Doktora Tezi.
- Gevher, R., & Acet, H. (2023). Avrupa Birliğinde Sürdürülebilir Kalkınma Ve Yeşil Ekonominin Gelişimi. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 224-253.
- Gill, F. L., Viswanathan, K. K., & Karim, M. Z. A. (2018). The Critical Review of The Pollution Haven Hypothesis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(1), 167-174.
- Gill, F. L., Gill, A. R., Viswanathan, K. K., & Karim, M. Z. B. A. (2020). Analysis of Pollution Haven Hypothesis (PHH) and Environmental Kuznets Curve (EKC) in Selected Association of South-East Asian Nations (ASEAN) Countries. *Review of Economics and Development Studies*, 6(1), 83-95.
- Global Energy Monitor (2024), *Drilling Deeper, Global Oil And Gas Extraction Tracker*, <https://globalenergymonitor.org/wp-content/uploads/2024/03/GEM-global-oil-and-gas-extraction-tracker-March-2024.pdf> E.T. 29/03/2024.
- Gore, T. (2015). *Extreme Carbon Inequality: Why The Paris Climate Deal Must Put the Poorest, Lowest Emitting and Most Vulnerable People First*. <https://oxfamlibrary.openrepository.com/bitstream/handle/10546/582545/mb-extreme-carbon-inequality-021215-en.pdf>.
- Göksu, S.; Balkı, A. (2023), *ARDL ve NARDL Eşbütünleşme Analizleri: Adım Adım Eviews Uygulaması*, Serüven Yayınevi.
- Göktaş, Pınar, Pekmezci Aytaç, Bozkurt Kurtuluş (2019), *Ekonometrik Serilerde Uzun Dönem Eşbütünleşme ve Kısa Dönem Nedensellik*, Gazi Kitabevi.
- Gökdemir, M., Kömürcü, M.İ. ve Evcimen, T.U., (2012). “Türkiye’de Hidroelektrik Enerji ve HES Uygulamalarına Genel Bakış”, *İnşaat Mühendisleri Odası*.
- Göksu, S. (2023). Türkiye’de Katılım Bankalarınca Sağlanan Finansman Türlerinin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi. *Kocatepe İslami İlimler Dergisi*, 6 (Özel Sayı), 217-237.
- Gönençgil, Barbaros (2021), *“İklim Değişikliği ve Küresel Isınma”*, Tübitak Sosyal Bilimler Ansiklopedisi [https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/iklim\\_degisikligi\\_ve\\_kuresel\\_isinma](https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/iklim_degisikligi_ve_kuresel_isinma) E.T.02/03/2024.
- Gujarati, Damador (2001), *Temel Ekonometri*, (Ü.Şenesen & G.G. Şenesen çev.), Literatür Yayıncılık.
- Gujarati, Damador (2016), *Örneklerle Ekonometri*, (N.Bolatoğlu çev.), BB101 Yayınları.

- Gülmez, A. (2015). Türkiye’de Dış Finansman Kaynakları Ekonomik Büyüme İlişkisi: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(2), 139-152.
- Günay, E., Türkmen, S., & Özbek, S. (2018). İktisadi Düşünce Üzerinde Doğa Bilimlerinin Etkisi, Klasik Fiziğin İktisadi Alana İlk Uyarlaması: Fیزیokrasi: *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(1), 41-66.
- Güçlüer Küpeli, Dolunay & Güney, Caner. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ve Enerji Politikası. *TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 23-25 Ekim 2019, Ankara.
- Gülcan, M. F., Alkan, E., Çotuker, O., & Doğdu, N. Y. (2024). Lityum İyon Batarya Üretiminde Kullanılan Hammaddelerin İncelemesi ve Türkiye’nin Batarya Üretim Potansiyelinin İrdelenmesi. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 11(1), 204-217.
- Gül, E., & Ekinci, A. (2015). Çevresel Düzenlemelerin Dış Ticaret ve Rekabet Gücü Üzerine Etkisi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*(7).
- Günsoy, G., Dağdemir, Ö., Günsoy, B., Aktaş, M. T., & Dağdemir, E. (2013). *Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi*. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Yayını.
- Gürler, Arslan Zafer; Erdal, Gülistan, Bal, Sibel Gülse, Ayyıldız, Bekir (2017), *Ekolojik Ekonomi*, Nobel Akademik Yayıncılık.
- Gräbner, C., Heimberger, P., Kapeller, J., & Springholz, F. (2021). Understanding Economic Openness: A Review of Existing Measures. *Review of World Economics*, 157, 87-120.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement (No. w3914)*. National Bureau of Economic Research.
- Farmer, G. T., & Cook, J. (2013). *Climate Change Science: A Modern Synthesis: Volume 1-The Physical Climate (Vol. 1)*. Springer Science & Business Media.
- Halicioglu, F. (2009), An econometric study of CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy policy*, 37(3), 1156-1164.
- Hakimi, A. & Hamdi, H. (2016). Trade liberalization, FDI inflows, environmental quality and economic growth: a comparative analysis between Tunisia and Morocco. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1445-1456.
- Haliç Çevre Laboratuvarı (2022), *Büyümenin Sınırları*, <https://haliccevre.com/buyumenin-sinirlari/> E.T. 07/09/2024
- Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Per Capita, National, Historical: How Do Countries Compare On CO2 Metrics?” Published online at

OurWorldinData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-emissions-metrics' [Online Resource] E.T.18/05/2024.

- Hao, Y., & Huang, Y. N. (2018). Exploring the Nexus of Energy Consumption Structure and CO<sub>2</sub> Emissions in China: Empirical Evidence Based on the Translog Production Function. *Polish Journal of Environmental Studies*, 27(6).
- Hazineye Ait Taşınmaz Malların Değerlendirmesi ve Katma Değer Vergisi Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun, Kanun Sayısı: 4706, (2001), *Resmi Gazete*, 24466, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=4706&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>.
- Heggelund, G. M. (2021). China's Climate and Energy Policy: At A Turning Point?. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 21, 9-23.
- He, J. (2006). Pollution haven hypothesis and environmental impacts of foreign direct investment: The case of industrial emission of sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) in Chinese provinces. *Ecological Economics*, 60(1), 228–245.
- Hdom, H. A., & Fuinhas, J. A. (2020). Energy Production And Trade Openness: Assessing Economic Growth, CO<sub>2</sub> Emissions And The Applicability of The Cointegration Analysis. *Energy Strategy Reviews*, 30, 100488.
- Hızarcı Beşer, B. (2024). Yeşil Dönüşümde Hidrojen Etkisi: Türkiye’de Son Gelişmelere İlişkin Bir İnceleme. *Bozok İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 1(1), 84-96.
- Hilton, Isabel, (2024), *How China Became the World's Leader on Renewable Energy*, <https://e360.yale.edu/features/china-renewable-energy> E.T. 29/11/2024.
- Hook, Patrick (2015), *Çevre Terimlerinin Küçük Kitabı* (B.Kurt çev.), Tübitak Yayınları.
- Holtz-Eakin, D., & Selden, T. M. (1995). Stoking the fires? CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85-101.
- Hritonenko, N., Yatsenko, Y., Hritonenko, N., & Yatsenko, Y. (2013). Models of Global Dynamics: From Club of Rome to Integrated Assessment. *Mathematical Modeling in Economics, Ecology and the Environment*, 263-283.
- Huang, C., Su, J., Zhao, X., Sui, J., Ru, P., Zhang, H., & Wang, X. (2012). Government Funded Renewable Energy Innovation in China. *Energy Policy*, 51, 121-127.
- Hulme, Mike (2016), *İklim Değişikliği Konusunda Neden Anlaşmıyoruz?*(M.Özenç, çev.), Alfa Basım Yayın Dağıtım.
- Hussain, S., Akbar, M., Gul, R., Shahzad, S. J. H., & Naifar, N. (2023). Relationship Between Financial Inclusion and Carbon Emissions: International Evidence. *Heliyon*, 9(6).



- Hussen, Ahmed (2000), *Principles Of Environmental Economics*, by Routledge, USA  
[https://ashraffeps.yolasite.com/resources/Environmental\\_Eco./Principles%20of%20Environmental%20Economics.pdf](https://ashraffeps.yolasite.com/resources/Environmental_Eco./Principles%20of%20Environmental%20Economics.pdf).
- Hussain, I, Ahmad, S., & Ahmad, E. (2022). Investigating the Pollution Heaven Hypothesis and Environmental Kuznets Curve: Evidence from Panel ARDL Approach. *Journal of Finance & Economics Research*, 7(2), 1-17.
- IAEA, International Atomic Energy Agency, *China 2024 Country Highlight Country Nuclear Profile Summary*,  
<https://cnpp.iaea.org/public/countries/CN/profile/highlights> E.T. 06/12/2024.
- Inglesi-Lotz, R. (2019). Recent studies (extending basic environmental Kuznets curve model by adding more variables). In *Environmental Kuznets Curve (EKC)* (pp. 15-23). Academic Press.
- International Energy Agency, *The relationship between growth in GDP and CO2 has loosened; it needs to be cut completely*, <https://www.iea.org/commentaries/the-relationship-between-growth-in-gdp-and-co2-has-loosened-it-needs-to-be-cut-completely> E.T. 15/12/2024.
- International Carbon Action, China National ETS,  
<https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-national-ets> E.T. 15/12/2024.
- IPCC (2001), *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 881pp.
- IPCC (2007), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*.  
<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-frontmatter-1.pdf>.
- IPCC (2014a), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of The Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC (2014b), *Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers*,  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf).
- IPCC (2018), *Summary for Policymakers*,  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_SPM\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_SPM_FINAL.pdf).
- IPCC (2021), *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi,

R. Yu, and B. Zhou (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp.

IPCC (2023), *Sections. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 35-115.

IPCC, *About The IPCC*, <https://www.ipcc.ch/about/> E.T 01.04.2024

IPCC, *About The History of IPCC*, <https://www.ipcc.ch/about/history/> E.T 31.03.2024

İklim Değişikliği Başkanlığı, *Sık Sorulan Sorular, Sera Etkisi Nedir?*, <https://iklim.gov.tr/sss/temel-kavramlar> E.T. 25/11/2023

İklim Değişikliği Başkanlığı, *Sık Sorulan Sorular, Küresel Isınma ile İklim Değişikliği Arasındaki Fark Nedir?*, <https://iklim.gov.tr/sss/temel-kavramlar> E.T. 23/03/2024

İklim Değişikliği Başkanlığı, *Viyana Sözleşmesi*, <https://iklim.gov.tr/viyana-sozlesmesi-i-36> E.T. 11/05/2024

İklim Değişikliği Başkanlığı, *Montreal Protokolü*, <https://iklim.gov.tr/montreal-protokolu-i-38> E.T. 11/05/2024

İklim Değişikliği Başkanlığı, *İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*, <https://iklim.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi-i-33> E.T.02/12/2023.

İklim Değişikliği Başkanlığı, *Paris Anlaşması*, <https://iklim.gov.tr/paris-anlasmasi-i-34> E.T. 04/12/2023

İklim Değişikliği Başkanlığı, *Avrupa Yeşil Mutabakatı*, <https://iklim.gov.tr/db/turkce/dokumanlar/avrupa-yesil--8230-21-20220808234619.docx> E.T. 18/02/2024.

İklim Değişikliği Başkanlığı, <https://iklim.gov.tr/turkiye-karbon-piyasasi-gelistirme-projesi-acilisi-t.c.-cevre-sehircilik-ve-iklim-degisikligi-bakani-mehmet-ozhaseki-tarafindan-gerceklestirildi-haber-4258> E.T. 16/12/2024.

İklim Haber, *Dünyanın En Büyük Çok Uluslu Bankası Fosil Yakıt Yatırımlarını Artırıyor*, <https://www.iklimhaber.org/dunyanin-en-buyuk-cok-uluslu-bankasi-fosil-yakit-yatirimlarini-artiriyor/> E.T.03/04/2024

İklim Haber, *Türkiye İklim Değişikliği Hedeflerini Güçlendirmeli*, <https://www.iklimhaber.org/turkiye-iklim-degisikligi-hedeflerini-guclendirmeli/> E.T. 10/04/2024.

İklim Haber, *İklim STK'lerden Ortak Talep: Hizmet Amaçlı Binalarda Güneş Enerjisi Zorunlu Olsun*, <https://www.iklimhaber.org/iklim-stklardan-ortak-talep-hizmet-amacli-binalarda-gunes-enerjisi-zorunlu-olsun/> E.T. 23/12/2024.

- İklim İçin 350 Derneği ve SEFİA (2024), *Türkiye'deki Bankaların İklim Değişikliğine Yaklaşımı 2024*, [https://350turkiye.org/files/2024/11/banka-rapor-v9\\_211124.pdf](https://350turkiye.org/files/2024/11/banka-rapor-v9_211124.pdf).
- İslamoğlu, B., & Akkuzu, İ. (2023). İktisat Teorisinde Nüfus ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Gelişimi. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2023(1), 15-27.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi (2022), *İstanbul Otopark Ana Planı 2022, Sürdürülebilir Ulaşım Vizyonu ile Bütüncül Otopark Planlaması*. [https://surdurulebilirulasim.istanbul/wp-content/uploads/2023/05/IBB\\_OTOPARK\\_ANA\\_PLANI-2022.pdf](https://surdurulebilirulasim.istanbul/wp-content/uploads/2023/05/IBB_OTOPARK_ANA_PLANI-2022.pdf).
- Jackson, R. (2020). Eunice Foote, John Tyndall and a Question of Priority. *Notes and Records*, 74(1), 105-118.
- Javid, M., & Sharif, F. (2016). Environmental Kuznets Curve and Financial Development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414.
- Jayanthakumaran, K., Verma, R., & Liu, Y. (2012). CO2 Emissions, Energy Consumption, Trade and Income: a Comparative Analysis of China and India. *Energy Policy*, 42, 450-460.
- Jelley, Nick (2023), *Yenilenebilir Enerji Kısa Bir Giriş* (M.Arık çev.), Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.
- Jijian, Z., Twum, A. K., Agyemang, A. O., Edziah, B. K., & Ayamba, E. C. (2021). Empirical Study On The Impact Of International Trade and Foreign Direct Investment on Carbon Emission for Belt and Road Countries. *Energy Reports*, 7, 7591-7600.
- Jun, M., Zadek, S., Sun, T., Zhu, S., Cheng, L., Eis, J., ... & Stumhofer, T. (2019). Decarbonizing the Belt and Road: A Green Finance Roadmap. *Tsinghua University Center for Finance and Development, Vivid Economics and the Climateworks Foundation*.
- Kadıoğlu, Mikdat (2019), *Bildiğiniz Havaaların Sonu*, Sia Kitap.
- Kahn, Matthew, Zheng, Sıqı (2018), *Pekin'de Mavi Bir Gökyüzü* (B.Uğuz çev.), Koç Üniversitesi Yayınları.
- Kahriman, E. H. (2020). Küresel İklim Değişikliğinin Olumlu ve Olumsuz Dışsallıkları Üzerine Bir Değerlendirme. *Sayıştay Dergisi*, (118), 101-131.
- Kang, J., Yuan, J., Hu, Z., & Xu, Y. (2012). Review on wind power development and relevant policies in China during the 11th Five-Year-Plan period. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4), 1907-1915.
- Kakışım, C. (2022). Kritik Minerallerin Türkiye'nin Enerji Dönüşümüne Etkisi: Teknoloji Bağımsızlığı Açısından Yeni Jeopolitik Tehdit. *Mukaddime*, 13(1), 101-124.

- Kakışım, C. (2022). Avrupa Yeşil Mutabakatı: Yeşil Teori Perspektifinden Bir Analiz. *Stratejik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 6(1), 1-16.
- Karbon Almanacağı(2023), Editör: Seth Godin, Mediacat Kitapları.
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO2 Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis. *Economic Modelling*, 44, 97-103.
- Kautzleben, H., & Müller, A. (2014). Vladimir Ivanovich Vernadsky (1863–1945)—from Mineral to Noosphere. *Journal of Geochemical Exploration*, 147, 4-10.
- Kavaz, I. (2022), *Türkiye'nin Enerji Ajandası, In Türkiye'nin Enerjisi Politikalar ve Stratejiler*, Seta Kitapları.
- Kaya, H. İ., & Bayraktar, Y. (2019). Hukuki Düzenlemeler, Politika Destekleri ve Mali Teşviklerin Yenilenebilir Enerjinin Gelişimindeki Rolü: Çin Halk Cumhuriyeti Örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(1), 164-180.
- Kaya, M., & Arı, İ. (2021). Chinese Energy Investments in Turkey and Potential Investment Barriers. *Uluslararası Çalışmalar Dergisi*, 5(1), 1-19.
- Kaya, H. E. (2020). Kyoto'dan Paris'e Küresel İklim Politikaları. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(10), 165-191.
- Kaya, Y. (2017). Paris Anlaşmasını İklim Adaleti Perspektifinden Değerlendirmek, *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 14(54), 87-106.
- Kaynak, Çevre ve İklim Derneği-REC Türkiye (2023), *A'dan Z'ye İklim Değişikliği Rehberi*.
- Kazanasmaz, Elif & Demirel, Bilge & Karatepe, Selin & Hızarcı, Atike. (2023). Ekonomik Büyüme, Elektrik Tüketimi ve Karbon Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*. 6.10.32951/mufider.1356297.
- Kennedey, Peter (2000), *Ekonometri El Kitabı* (M.Sarımeşeli çev.),Gazi Kitabevi.
- Khan, S., Peng, Z., & Li, Y. (2019). Energy Consumption, Environmental Degradation, Economic Growth and Financial Development in Globe: Dynamic Simultaneous Equations Panel Analysis. *Energy Reports*, 5, 1089-1102.
- Kılıç, F., & Oral, M. (2023). *Alternatif Bir Kaynak Olarak Türkiye'de Hidrojen Enerjisi* (Doctoral dissertation).
- Kılış, B. (2022). Yeşil Hidrojen: Kuşak ve Yol Girişimi'nin Ortak Bağı. *Kuşak ve Yol Girişimi Dergisi (BRIQ)*, 3(3), 6-20.

- Kijima, M., Nishide, K., & Ohyama, A. (2010). Economic Models for The Environmental Kuznets Curve: A Survey. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34(7), 1187-1201.
- Kim, D. H., Suen, Y. B., & Lin, S. C. (2019). Carbon Dioxide Emissions And Trade: Evidence From Disaggregate Trade Data. *Energy Economics*, 78, 13-28.
- Kim, J. H. (2019). Multicollinearity and Misleading Statistical Results. *Korean Journal of Anesthesiology*, 72(6), 558-569.
- Kirmanoglu, Hülya (2017), *Kamu Ekonomisi Analizi*, Beta Basım Yayım.
- Klein, Naomi (2017), Hayır Demek Yetmez (O.Akınhay çev.)Agora Kitaplığı.
- Knutti, R., & Hegerl, G. C. (2008). The Equilibrium Sensitivity of The Earth's Temperature to Radiation Changes. *Nature Geoscience*, 1(11), 735-743.
- Koç, Pınar (2023), İklim Krizi Kavramsal Çerçeve ve Teknolojik Gelişmeler, U. Köse (Edt.), *İklim Krizi ve Orman Yangınları* ss.26-37, Doğu Kitabevi.
- Kohler, M. (2013). CO2 Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade: A South African Perspective. *Energy Policy*, 63, 1042-1050.
- Kömürün Ötesinde Avrupa, Avrupa İklim Eylem Ağı, SEFİA Derneği, WWF-Türkiye, Greenpeace Akdeniz, İklim Değişikliği Politika ve Araştırma Derneği ve 350.org için APLUS Enerji (2021), “*Karbon Nötr Türkiye Yolunda İlk Adım Kömürden Çıkış 2030 İlk Adım*” [https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/\\_komurden\\_ck\\_2030.pdf](https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/_komurden_ck_2030.pdf).
- Köse, İ. (2018). İklim Değişikliği Müzakereleri: Türkiye’nin Paris Anlaşması’ni İmza Süreci. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 9(1), 55-81.
- KPMG Türkiye (2016), *Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler*, <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/pdf/2016/05/tr-yenilenebilir-enerjiye-yonelik-vergi-ve-tesvikler.pdf>.
- Kweku, D. W, Bismark, O., Maxwell, A., Desmond, K. A., Danso, K. B., Oti-Mensah, E. A, & Adormaa, B. B. (2018). Greenhouse Effect: Greenhouse Gases And Their Impact on Global Warming. *Journal of Scientific research and reports*, 17(6), 1-9.
- Kurnaz, Levent (2019), Son Buzul Erimeden, Doğan Kitap.
- Lackman, C. L. (1976). The classical base of modern rent theory. *American Journal of Economics and Sociology*, 35(3), 287-300.
- Lancaster, K. J. (1966). A New Approach to Consumer Theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132-157.

- Leather, Amy (2020), İklimi Değil Sistemi Değıştır: Çevre Krizine Devrimci Bir Yanıt (Editör: M.Empson), *Fosil Yakıtlara Çaresizce Adanmak* (ss: 15-25)(O.Üçbaş vd. çev.), Z Yayınları.
- Lebe, F. (2016). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi Türkiye İçin Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 17(2), 177-194.
- Leichenko, Robin, & O'Brien Karen (2021), *İklim ve Toplum Geleceği Dönüştürmek* (O.Orhangazi çev.), Ütopya Yayınları.
- Li, W., Lu, C., & Zhang, Y. W. (2019). Prospective Exploration of Future Renewable Portfolio Standard Schemes in China Via A Multi-Sector CGE Model. *Energy Policy*, 128, 45-56.
- Liu, L. Q., Liu, C. X., & Wang, J. S. (2013). Deliberating on Renewable And Sustainable Energy Policies in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 17, 191-198.
- Liu, X., Wahab, S., Hussain, M., Sun, Y., & Kirikkaleli, D. (2021). China Carbon Neutrality Target: Revisiting FDI-Trade-Innovation Nexus With Carbon Emissions. *Journal of Environmental Management*, 294, 113043.
- Liu, W., Wan, Y., Xiong, Y., & Gao, P. (2022). Green Hydrogen Standard in China: Standard And Evaluation of Low-Carbon Hydrogen, Clean Hydrogen, and Renewable Hydrogen. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(58), 24584-24591.
- Lomborg, Bjorn (2023), *Yanlış Alarm* (S.Abanoz & S.Kokoz çev.),The Kitap Yayınevi.
- Lovins, A. B. (1990), *The Negawatt Revolution*, [https://rmi.org/wp-content/uploads/2017/06/RMI\\_Negawatt\\_Revolution\\_1990.pdf](https://rmi.org/wp-content/uploads/2017/06/RMI_Negawatt_Revolution_1990.pdf).
- LSE, *What is the Stern Review?*, London School of Economics, <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/what-is-the-stern-review/>, E.T. 01/03/2024.
- Lynch, M. J. (2016). A Marxian İnterpretation of the Environmental Kuznets Curve: Global Capitalism and The Rise and Fall (and Rise) of Pollution. *Capitalism Nature Socialism*, 27(4), 77-95.
- Mahmood, H., Furqan, M., Hassan, M. S., & Rej, S. (2023). The Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis in China: A Review. *Sustainability*, 15(7), 6110.
- Ma, M., & Cai, W. (2018). What Drives The Carbon Mitigation in Chinese Commercial Building Sector? Evidence From Decomposing An Extended Kaya İdentity. *Science of The Total Environment*, 634, 884-899.
- Managi, S., Hibiki, A., & Tsurumi, T. (2009). Does Trade Openness İmprove Environmental Quality?. *Journal of Environmental Economics and Management*, 58(3), 346-363.

- Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. (2019). Carbon Dioxide (CO<sub>2</sub>) Emissions and Economic Growth: A Systematic Review of Two Decades of Research From 1995 to 2017. *Science of The Total Environment*, 649, 31-49.
- Mavromatidis, G., Orehounig, K., Richner, P., & Carmeliet, J. (2016). A Strategy for Reducing CO<sub>2</sub> Emissions From Buildings With the Kaya Identity—A Swiss Energy System Analysis and a Case Study. *Energy Policy*, 88, 343-354.
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). *The Limits to Growth*-Club of Rome.
- Mehmood, F., Atique, M., Bing, W., Khan, H., & Henna, H. (2021). Infrastructure and Sectoral FDI in China: An Empirical Analysis. *Insights into Regional Development*, 3(2), 160-175.
- Mert, M., & Çağlar, A. E. (2023). *Eviews ve Gauss Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*, Detay Yayıncılık.
- Mert, M., & Caglar, A. E. (2020). Testing Pollution Haven and Pollution Halo Hypotheses for Turkey: a New Perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32933-32943.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, *İklim Değişikliği ve Mevcut Durum*, <https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-degisikligi.aspx> E.T.28/05/2023.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, *Küresel İklim Değişikliği ve Ülkemize Etkileri*, <https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/arsiv/23mart/2010/sunu/ilk10/14.pdf> E.T. 23/03/2024.
- Milli Emlak Genel Müdürlüğü (2024), *2023 Yılı Faaliyet Raporu*, <https://webdosya.csb.gov.tr/db/milliemlak/icerikler/2024-m-ll-emlak-faal-yet-raporu-evren-01042024-web-20240401112236.pdf>.
- Ministry of Ecology and Environment of The People's Republic of China (2022), *China's Policies and Actions For Adressing Climate Change (2022)*, <https://english.mee.gov.cn/Resources/Reports/reports/202211/P020221110605466439270.pdf>.
- Ming, Z., Ximei, L., Yulong, L., & Lilin, P. (2014). Review of Renewable Energy Investment and Financing in China: Status, Mode, Issues and Countermeasures. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 23-37.
- Mirici, M. E., & Berberoğlu, S. (2017). İklim Değişimi Çerçevesinde Karbon Ekonomisi, Karbonun Sosyal Maliyeti (SCC) ve RICE Modeli. *VI. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi-TİKTEK*.
- Mirici, M. E., & Berberoğlu, S. (2022). Türkiye Perspektifinde Yeşil Mutabakat ve Karbon Ayak İzi: Tehdit mi? Fırsat mı?. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 8(1), 156-164.

- Mirza, F. M., & Kanwal, A. (2017). Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth in Pakistan: Dynamic Causality Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 1233-1240.
- MOFCOM (2021), *Foreign Investment Guide of the People's Republic of China*, Ministry of Commerce of the People's Republic of China 2021 Edition, [https://wzs.mofcom.gov.cn/cms\\_files/oldfile/wzs/202112/20211207180940579.pdf](https://wzs.mofcom.gov.cn/cms_files/oldfile/wzs/202112/20211207180940579.pdf).
- MOFCOM,(2023), *Statistical Bulletin of FDI in China 2023*, Ministry of Commerce of the People's Republic of China, <https://fdi.mofcom.gov.cn/resource/pdf/2024/03/14/564085296c88430c98e426696f3751e1.pdf>.
- Moran, Daniel, Keiichiro Kanemoto, Magnus Jiborn, Richard Wood, Johannes Többen and Karen C Seto, (2018), Carbon Footprints of 13 000 Cities, *Environ. Res. Lett.* 13.
- Mulgan, Geoff (2021), *Büyük Akıl Kolektif Akıl Dünyamızı Nasıl Değitirebilir?* (A.Sebetci çev.), Ketebe Yayınevi.
- Munda, G., & Munda, G. (1995). From Environmental Economics to Ecological Economics. *Multicriteria Evaluation in a Fuzzy Environment: Theory and Applications in Ecological Economics*, 17-38.
- Nahman, A., & Antrobus, G. (2005). The Environmental Kuznets Curve: A Literature Survey. *South African Journal of Economics*, 73(1), 105-120.
- Naimoğlu, M. (2022). Doğrudan Yabancı Yatırımlar'ın Çevresel Kalite Üzerindeki Etkisi: Çin Örneği. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(3), 1249-1266.
- Narin, Müslüme, (2023) Küresel İklim Değişikliği Kapsamında Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları. *Toprak İşveren Dergisi*, (139).
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2010). Carbon Dioxide Emissions and Economic Growth: Panel Data Evidence from Developing Countries. *Energy Policy*, 38(1), 661-666.
- Narayan, P. K.ve R. Smyth (2006), "What Determines Migration Flows from Low-Income to High-Income Countries? An Empirical Investigation of Fiji-U.S. Migration 1972-2001", *Contemporary Economic Policy*, 24 (2), 332-342.
- Narayan, P. K. (2005). The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration Tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.
- Narayan, P. K., & Narayan, S. (2005). Estimating Income and Price Elasticities of Imports for Fiji in a Cointegration Framework. *Economic Modelling*, 22(3), 423-438.



- NASA, *NASA Analysis Confirms 2023 as Warmest Year on Record*, <https://www.nasa.gov/news-release/nasa-analysis-confirms-2023-as-warmest-year-on-record/> E.T. 29/03/2024.
- NASA, *The Causes of Climate Change*, [https://science.nasa.gov/climate-change/causes/#footnote\\_1](https://science.nasa.gov/climate-change/causes/#footnote_1) E.T. 23/03/2024.
- Nasir, M., & Rehman, F. U. (2011). Environmental Kuznets Curve For Carbon Emissions in Pakistan: An Empirical Investigation. *Energy Policy*, 39(3), 1857-1864.
- National Academy of Science & The Royal Society (2020), *Climate Change: Evidence and Causes Update 2020* <https://royalsociety.org/-/media/policy/projects/climate-evidence-causes/climate-change-evidence-causes.pdf>
- Nature, *Joe Farman*, <https://www.nature.com/articles/498435a> E.T. 11/05/2024.
- Nemlioğlu, Karun (2005), *Birim Kök Analizinin Temelleri*, Beşir Kitabevi.
- Nepal, R., Paija, N., Tyagi, B., & Harvie, C. (2021). Energy Security, Economic Growth and Environmental Sustainability in India: Does FDI and Trade Openness Play a Role?. *Journal of Environmental Management*, 281, 111886.
- NOAA, *Five Significant Moments in Climate Science History*, <https://www.noaa.gov/heritage/stories/five-significant-moments-in-climate-science-history> E.T. 29/03/2024.
- NOAA, *Broken Record: Atmospheric Carbon Dioxide Levels Jump Again*, <https://www.noaa.gov/news-release/broken-record-atmospheric-carbon-dioxide-levels-jump-again> E.T. 29/03/2024
- Nordhaus, W. (2015). Climate Clubs: Overcoming Free-Riding in International Climate Policy. *American Economic Review*, 105(4), 1339-1370.
- Nordhaus, William (2020), *İklim Kumarı*(C.Mizrahi çev.), Doğan Kitap.
- NTV, *25 yaşından büyük araçlar için kanun teklifi: ÖTV'den muaf sıfır araç imkanı*, <https://www.ntv.com.tr/otomobil/25-yasindan-buyuk-araclar-icin-kanun-teklifi-otvden-muaf-sifir-arac-imbani,gafun1qUokKcvbdp8RiPLw> E.T. 22/12/2024.
- OECD (1999), *Foreign Direct Investment and the Environment*, [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/1999/10/foreign-direct-investment-and-the-environment\\_g1gh2835/9789264266315-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/1999/10/foreign-direct-investment-and-the-environment_g1gh2835/9789264266315-en.pdf).
- OECD, *Trade and Environmental Sustainability*, <https://www.oecd.org/trade/topics/trade-and-the-environment/> E.T. 27/04/2024.
- OECD, *Environmental Policy Stringency Index*, [https://data-explorer.oecd.org/vis?tenant=archive&df\[ds\]=DisseminateArchiveDMZ&df\[id\]=DF\\_EPS&df\[ag\]=OECD&dq=TUR%2BCHN.&to\[TIME\\_PERIOD\]=false&pd=1990%2C2020&vw=tb](https://data-explorer.oecd.org/vis?tenant=archive&df[ds]=DisseminateArchiveDMZ&df[id]=DF_EPS&df[ag]=OECD&dq=TUR%2BCHN.&to[TIME_PERIOD]=false&pd=1990%2C2020&vw=tb) E.T. 15/12/2024.

- Onofrei M, Vatamanu AF and Cigu E (2022) The Relationship Between Economic Growth and CO2 Emissions in EU Countries: A Cointegration Analysis. *Front. Environ. Sci.* 10:934885. doi: 10.3389/fenvs.2022.934885
- Onafowora, O. A., & Owoye, O. (2014). Bounds Testing Approach to Analysis of the Environment Kuznets Curve Hypothesis. *Energy Economics*, 44, 47-62.
- Oreskes, Naomi, Conway, Erik (2010), *Şüpheli Tacirleri* (C.Kaya çev.), Pegasus Yayınları.
- Orman, H. L., Ceylan, S., & Şahin, B. Y. (2019). Dış Ticaret ve Çevre Kirliliği İlişkisi: Panel Veri Analizi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(71), 1483-1496.
- ORNATE Solar, *The 5 Largest Solar Power Plants in the World* (2024), <https://ornatesolar.com/blog/the-5-largest-solar-power-plants-in-the-world> E.T. 07/12/2024
- Ourworldindata, “*Data Page: GDP per capita*”, part of the following publication: Max Roser, Pablo Arriagada, Joe Hasell, Hannah Ritchie and Esteban Ortiz-Ospina (2023) - “Economic Growth”. Data adapted from Bolt and van Zanden. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/gdp-per-capita-maddison> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Per capita CO<sub>2</sub> emissions*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions”. Data adapted from Global Carbon Project, Various sources. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Renewables consumption per capita*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from Energy Institute, Various sources. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-renewables> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Primary energy consumption per capita*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from U.S. Energy Information Administration, Energy Institute, Various sources. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-energy-use> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Trade as a share of GDP*”. Our World in Data (2023). Data adapted from World Bank and OECD. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/trade-as-share-of-gdp> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Foreign direct investment, net inflows as share of GDP*”. Our World in Data. Data adapted from Data compiled from multiple sources by World Bank. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/foreign-direct-investment-net-inflows-as-share-of-gdp> [online resource] E.T. 17/11/2024.

- Ourworldindata, “*Data Page: Carbon intensity: CO<sub>2</sub> emissions per dollar of GDP*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions”. Data adapted from Global Carbon Project, Bolt and van Zanden. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/co2-intensity> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Per capita consumption-based CO<sub>2</sub> emissions*”, <https://ourworldindata.org/explorers/co2?Gas+or+Warming=CO%E2%82%82&Accounting=Consumption-based&Count=Per+capita&country=CHN~USA~TUR> E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, Hannah Ritchie and Max Roser (2020) - “*CO<sub>2</sub> emissions*” Published online at OurWorldinData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/co2-emissions' [Online Resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Energy imports and exports*”. Our World in Data. Data adapted from International Energy Agency. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/energy-imports-and-exports-energy-use> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*energy intensity by sector*”, <https://ourworldindata.org/grapher/energy-intensity-by-sector?facet=none&country=~CHN> E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*energy intensity by sector*”, <https://ourworldindata.org/grapher/energy-intensity-by-sector?facet=none&country=~TUR> E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Total number of patents in renewable energy technologies*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from International Renewable Energy Agency. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/patents-for-renewables-by-country> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Research & development spending as a share of GDP*”. Our World in Data. Data adapted from UNESCO Institute for Statistics. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/research-spending-gdp> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Primary energy consumption per GDP*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from U.S. Energy Information Administration, Energy Institute, Bolt and van Zanden. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/energy-intensity> [online resource] E.T. 17/11/2024.
- Ourworldindata, “*Data Page: Total geothermal capacity*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”.

Data adapted from IRENA. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/installed-geothermal-capacity> [online resource] E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Per capita primary energy consumption by source*,” <https://ourworldindata.org/grapher/per-capita-energy-stacked?time=1970&facet=metric&showSelectionOnlyInTable=1&country=CHN~TUR> E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Electricity production by source, Turkey*” <https://ourworldindata.org/grapher/electricity-production-by-source?time=1970..2022&country=~TUR> E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Electricity production by source, China*” <https://ourworldindata.org/grapher/electricity-production-by-source?time=1970..2022&country=~CHN> E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Data Page: Energy imports and exports*”. Our World in Data. Data adapted from International Energy Agency. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/energy-imports-and-exports-energy-use> [online resource] E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Data Page: Electricity generation from hydropower*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from Ember, Energy Institute. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/hydropower-consumption> [online resource] E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Data Page: Total wind capacity*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from IRENA. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/cumulative-installed-wind-energy-capacity-gigawatts> [online resource] E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Data Page: Total solar capacity*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from IRENA. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/installed-solar-pv-capacity> [online resource] E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Data Page: Per capita CO<sub>2</sub> emissions*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions”. Data adapted from Global Carbon Project, Various sources. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita> [online resource] E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “*Data Page: Carbon intensity of energy production*”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions”. Data adapted from Global Carbon Project, U.S. Energy Information Administration, Energy Institute. Retrieved from

<https://ourworldindata.org/grapher/co2-per-unit-energy> [online resource] E.T. 17/11/2024.

Ourworldindata, “Data Page: Coal consumption per capita”, part of the following publication: Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2023) - “Energy”. Data adapted from Energy Institute, Various sources. Retrieved from <https://ourworldindata.org/grapher/coal-consumption-per-capita> [online resource] E.T. 17/11/2024.

OXFAM, *Carbon Emissions of Richest 1% More Than Double Those of Poorest Half of The World*, <https://www.oxfam.org.uk/media/press-releases/carbon-emissions-of-richest-1-more-than-double-those-of-poorest-half-of-the-world/> E.T. 01/10/2024.

Oxford Energy, *Guide To Chinese Climate Policy 8: Power Sector Reform*, <https://chineseclimatepolicy.oxfordenergy.org/book-content/domestic-policies/power-sector-reform/> E.T. 15/12/2024.

Özbağcı, Ş. Yılmaz, (2021), “*Kuşak ve Yol Girişimi*”, Sosyal Bilimler Ansiklopedisi, Tübitak, [https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/kusak\\_ve\\_yol\\_girisimi](https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/kusak_ve_yol_girisimi) erişim tarihi:02.03.2024.

Özer, Nurdan (2021), *İnsan Ekolojisi*, Bilim ve Sanat Yayınları.

Özdemir, Gloria Shkurti, 2024, *Geleceği Yakalamak: BYD’nin Türkiye Yatırımı ve Stratejik Etkileri*, <https://www.setav.org/yorum/gelecegi-yakalamak-bydnin-turkiye-yatirimi-ve-stratejik-etkileri>.

Özdemir, B. K., & Koç, K. (2020). Türkiye’de Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 11(1), 66-86.

Özcan, B., & Öztürk, I. (2019). A Historical Perspective on Environmental Kuznets Curve. In *Environmental Kuznets Curve (EKC)* (pp. 1-7). Academic Press.

Özgür Yanardağ, M., & Bozkurt, K. (2017). Bedavacılık Sorununun Paris İklim Anlaşması Çerçevesinde Analizi, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (53), 72-93.

Özkan, Erhan (2023), İklim Krizi Kavramsal Çerçeve ve Teknolojik Gelişmeler U. Köse (Edt.), *Kripto Varlıklar ve İklim Krizi* ss.173-202, Doğu Kitabevi.

Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262-267.

Öztürk, Z., & Öz, D. (2016). The Relationship Between Energy Consumption, Income, Foreign Direct Investment, and CO2 Emissions: The Case of Turkey. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 269-288.

- Öztürk, I., & Acaravci, A. (2010). CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Öztürk, L. (2007), *Sürdürülebilir Kalkınma*, İmaj Yayıncılık.
- Pal, D., & Mitra, S. K. (2017). The Environmental Kuznets Curve for Carbon Dioxide in India and China: Growth and Pollution at Crossroad. *Journal of Policy Modeling*, 39(2), 371-385.
- Panayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. ILO, Technology and Employment Programme, Geneva. *Ecological Economics*, 36(3), 513-531.
- Pearce, David, & Turner, Kerry (1990), *Economics Of Natural Resources And The Environment*, The Johns Hopkins University Press.
- Peker, O. , Demirci, M. (2008), “İklim Değişikliğinin Bilim ve Ekonomi Perspektifinden Analizi”, *SDÜ İİBF*, 13, 1.
- Peng, H., Tan, X., Li, Y., & Hu, L. (2016). Economic Growth, Foreign Direct Investment and CO2 Emissions in China: A Panel Granger Causality Analysis. *Sustainability*, 8(3), 233.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Pfeiffer, A., Hepburn, C., Vogt-Schilb, A., & Caldecott, B. (2018). Committed Emissions from Existing and Planned Power Plants and Asset Stranding Required to Meet the Paris Agreement. *Environmental Research Letters*, 13(5), 054019.
- Pingkuo, L., & Junqing, G. (2024). Comparative Analysis On The Development Potential of Green Hydrogen Industry in China, The United States and the European Union. *International Journal of Hydrogen Energy*, 84, 700-717.
- Polat, Y., Yanıkoğlu, A., & Çetin, H. (2017). Effects Of Climate Change On Mosquito-Borne Diseases. *Anadolu University Journal of Science and Technology C-Life Sciences and Biotechnology*, 6(2), 86-94.
- Porter, G. (1999). Trade Competition and Pollution Standards: “Race to the Bottom” or “Stuck at the Bottom”. *The Journal of Environment & Development*, 8(2), 133-151.
- Porter, M. E., & Linde, C. V. D. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 97-118.
- Prasad, E., & Wei, S. J. (2005). The Chinese Approach to Capital Inflows. IMF Research Department, Washington, DC. Hu, Z. F., & Khan, M. S. (1997). Why is China Growing so Fast?. *Staff Papers*, 44(1), 103-131.

- Radkau, Joachim (2017), *Doğa ve İktidar* (N.Güder çev.), Türkiye İşbankası Yayınları.
- Rahman, M. M., & Vu, X. B. (2020). The Nexus Between Renewable Energy, Economic Growth, Trade, Urbanisation and Environmental Quality: A Comparative Study for Australia and Canada. *Renewable Energy*, 155, 617-627.
- Rahmstorf, Stefan, Schellnhuber, Hans Joachim (2020), *İklim Değişikliği* (H.Kaya çev.), Runik Kitap.
- Ren, S., Yuan, B., Ma, X., & Chen, X. (2014). International Trade, FDI (Foreign Direct Investment) And Embodied CO2 Emissions: A Case Study of Chinas Industrial Sectors. *China Economic Review*, 28, 123-134.
- Resmi Gazete (2009), *BM İklim Değişikliğine Yönelik Kyoto Protokolü*, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/05/20090513-1.htm>.
- Renewable Energy World (2014), *What's a Negawatt?* <https://www.renewableenergyworld.com/energy-efficiency/whats-a-negawatt/#gref> E.T. 23/04/2024.
- Richmond, A. K., & Kaufmann, R. K. (2006). Is there a turning point in the relationship between income and energy use and/or carbon emissions?. *Ecological economics*, 56(2), 176-189.
- Rockstrom, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Lambin, E. F., Lenton, T. M., ... & Foley, J. A. (2009). A Safe Operating Space For Humanity: Identifying and Quantifying Planetary Boundaries That Must Not Be Transgressed Could Help Prevent Human Activities From Causing Unacceptable Environmental Change, Argue Johan Rockstrom and Colleagues. *Nature*, 461(7263), 472-476.
- Rosen, S. (1974). Hedonic Prices And Implicit Markets: Product Differentiation In Pure Competition. *Journal of Political Economy*, 82(1), 34-55.
- Royle, Camillia (2020), İklimi Değil Sistemi Değıştir: Çevre Krizine Devrimci Bir Yanıt (Editör: M.Empson), *Marksizm ve Antroposen* (ss:25-55) (O.Üçbaş vd. çev.), Z Yayınları.
- Rutqvist, J. (2009). *Porter or Pollution Haven? An Analysis of The Dynamics of Competitiveness And Environmental Regulations*. Harvard University May.
- Rüzgar Enerjisi Wind Energy Magazine (09.06.2024), *Türkiye'nin ilk deniz üstü RES'leri için bölgeler belli oldu*, <https://www.ruzgarenerjisi.com.tr/deniz-ustu-ruzgar-enerjisi/> E.T. 22/12/2024.
- Sachs, Jeffrey D. (2019), *Sürdürülebilir Kalkınma Çağı* (B.Gönülşen çev.), Yedi Tepe Üniversitesi Yayınları.
- Safi, A., Chen, Y., Wahab, S., Ali, S., Yi, X., & Imran, M. (2021). Financial İnstability and Consumption-Based Carbon Emission in E-7 Countries: The Role of Trade and Economic Growth. *Sustain Prod Consum* 27: 383–391.

- Saint Akadiri, S., Alola, A. A., Olasehinde-Williams, G., & Etokakpan, M. U. (2020). The Role of Electricity Consumption, Globalization and Economic Growth in Carbon Dioxide Emissions and its Implications for Environmental Sustainability Targets. *Science of The Total Environment*, 708, 134653.
- Saboori, B., Sulaiman, J., & Mohd, S. (2012). Economic Growth and CO2 Emissions in Malaysia: a Cointegration Analysis of The Environmental Kuznets Curve. *Energy Policy*, 51, 184-191.
- Saidi, K., & Mbarek, M. B. (2016). Nuclear Energy, Renewable Energy, CO2 Emissions, and Economic Growth for Nine Developed Countries: Evidence From Panel Granger Causality Tests. *Progress in Nuclear Energy*, 88, 364-374.
- Saidi, K., & Omri, A. (2020). Reducing CO2 Emissions in OECD Countries: Do Renewable and Nuclear Energy Matter?. *Progress in Nuclear Energy*, 126, 103425.
- Sahu, J. P., & Barik, A. (2020), Exports Dynamics of India: A Cointegration Analysis. *Energy, Environment and Globalization: Recent Trends, Opportunities and Challenges in India*, 265-275.
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (t.y.), *Yüksek Teknoloji Yatırım Programı HIT-30*, [https://hit30.sanayi.gov.tr/#oncelikli\\_yatirim\\_alanlari](https://hit30.sanayi.gov.tr/#oncelikli_yatirim_alanlari) E.T. 23/12/2024.
- Sarmidi, T., Nor, A. H. S. M., & Ridzuan, S. (2014). Pollution Heaven: Be Honest. *Prosiding Persidangan Kebangsaan Ekonomi Malaysia Ke*, 9, 417.
- Schuman, S., & Lin, A. (2012). China's Renewable Energy Law and its Impact on Renewable power in China: Progress, Challenges and Recommendations for Improving Implementation. *Energy Policy*, 51, 89-109.
- Schleussner, C. F., Rogelj, J., Schaeffer, M., Lissner, T., Licker, R., Fischer, E. M., ... & Hare, W. (2016). Science and Policy Characteristics of the Paris Agreement Temperature Goal. *Nature Climate Change*, 6(9), 827-835.
- SEFİA, *STK'lardan Ortak Açıklama: Hem İklimi Hem de Bizi Korumak Bir İklim Kanunu İstiyoruz*, <https://sefia.org/haberler/stklardan-ortak-aciklama-hem-iklimi-hem-de-bizi-koruyacak-bir-iklim-kanunu-istiyoruz> E.T. 23/12/2024.
- Senturk, A., & Ozcan, M. (2023). Turkey's National Renewable Energy Certificate System: a Comparative Assessment. *Environment, Development and Sustainability*, 1-29.
- Seymen, D. (2005), "Dış Ticaret-Çevre İlişkilerinin Dengelenmesi: Sürdürülebilir Ticaret, Teori ve Türkiye Değerlendirmesi", *D.E.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt:7, Sayı:3.
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic Growth and Environmental Quality: Time-Series and Cross-Country Evidence (Vol. 904)*. World Bank Publications.



- Shahbaz, M., & Sinha, A. (2018). Environmental Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Literature Survey. *Journal of Economic Studies*, 00–00. doi:10.1108/jes-09-2017-0249.
- Shahbaz, M., Mahalik, M. K., Shah, S. H., & Sato, J. R. (2016). Time-Varying Analysis of CO2 Emissions, Energy Consumption, and Economic Growth Nexus: Statistical Experience in Next 11 Countries. *Energy Policy*, 98, 33-48.
- Shahbaz, M., Nasreen, S., Ahmed, K., & Hammoudeh, S. (2017). Trade Openness–Carbon Emissions Nexus: The Importance of Turning Points of Trade Openness for Country Panels. *Energy Economics*, 61, 221-232.
- Shahbaz, M., Tiwari, A. K., & Nasir, M. (2013). The Effects of Financial Development, Economic Growth, Coal Consumption and Trade Openness on CO2 Emissions in South Africa. *Energy Policy*, 61, 1452-1459.
- Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K., & Leitão, N. C. (2013). Economic Growth, Energy Consumption, Financial Development, International Trade and CO2 Emissions in Indonesia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 25, 109-121.
- Shahzad, S. J. H., Kumar, R. R., Zakaria, M., & Hurr, M. (2017). Carbon Emission, Energy Consumption, Trade Openness and Financial Development in Pakistan: A Revisit. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 185-192.
- Shmelev, S. E. (2011). *Ecological Economics: Sustainability In Practice*. Springer Science & Business Media.
- Shmelev, S. E. (2017). Multidimensional Assessment of Sustainability: Harmony vs. The Turning Point. *Green Economy Reader: Lectures in Ecological Economics and Sustainability*, 67-98.
- Shroders, *What the prisomer's dilemma tells us about climate change?* <https://www.schroders.com/en-us/us/individual/insights/what-the-prisoners-dilemma-tells-us-about-climate-change/> E.T.18/05/2024.
- Sinn, Hans-Werner (2016), *Yeşil Paradoks Küresel Isınmaya Arz Yanlı Yaklaşım*, Koç Üniversitesi Yayınları.
- Silver, Elenora (2023), *İklim Krizinde Hayatta Kalma Rehberi*, Gece Kitaplığı.
- Sinha, A., Shahbaz, M., & Balsalobre, D. (2019). Data Selection and Environmental Kuznets Curve Models-Environmental Kuznets Curve Models, Data Choice, Data Sources, Missing Data, Balanced and Unbalanced Panels. In *Environmental Kuznets Curve (EKC)* (pp. 65-83). Academic Press.
- SKD Türkiye (2015), *100 Maddede Sürdürülebilirlik Rehberi*, Sürdürülebilir Kalkınma Derneği (SKD Türkiye), 112.

- Skousen, Mark (2003), *Modern İktisadın İnşası*, (M.Acar&E.Erdem&M.Toprak çev.), Liberte Yayınları.
- Smil, Vaclav (2023), *Enerji ve Medeniyet Bir Tarihçe* (E.Kılıç çev.), İstanbul Bilgi Üniversitesi Yayınları.
- Sobrinho, V. G. (2005). Trade and Environmental Policy Strategies in the North and South Negotiation Game. *International Journal of Environmental Studies*, 62(2), 147–161.
- Solarin, S. A., Al-Mulali, U., Musah, I., & Ozturk, I. (2017). Investigating the Pollution Haven Hypothesis in Ghana: An Empirical Investigation. *Energy*, 124, 706–719.
- Somuncu, Mehmet, 2021, “Çevre Sorunları”, Tübitak Sosyal Bilimler Ansiklopedisi [https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/cevre\\_sorunlari](https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/cevre_sorunlari) erişim tarihi:02.03.2024.
- Sosyal İnovasyon Ajansı (2024), *İklim Değişikliği Raporu*, <https://sosyalinovasyonajansi.com/api/uploads/files/1aca9a68-822c-48ec-bbaf-8fc28fcef6fb.pdf>.
- Sosyal Ekonomi, *Karbon Yoğunluğu*, [https://sosyalekonomi.org/karbon-yogunlugu/#:~:text=Karbon%20yo%C4%9Funlu%C4%9Fu%2C%20karbondio ksit%20\(CO2,de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fine%20yol%20a%C3%A7an%20gazlardan%20biridir](https://sosyalekonomi.org/karbon-yogunlugu/#:~:text=Karbon%20yo%C4%9Funlu%C4%9Fu%2C%20karbondio ksit%20(CO2,de%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fine%20yol%20a%C3%A7an%20gazlardan%20biridir) E.T. 27/11/2024.
- Sosyal Ekonomi, “Büyümenin Sınırları” 50 Yaşında, <https://sosyalekonomi.org/buyumenin-sinirlari-50-yasinda/> E.T. 07/09/2024
- Soytas, U., & Sari, R. (2009). Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Emissions: Challenges Faced by An EU Candidate Member. *Ecological Economics*, 68(6), 1667-1675.
- Soytas, U., Sari, R., & Ewing, B. T. (2007). Energy Consumption, Income, and Carbon Emissions in The United States. *Ecological Economics*, 62(3-4), 482-489.
- Stern, N. (2022). Towards a Carbon Neutral Economy: How Government Should Respond to Market Failures and Market Absence. *Journal of Government and Economics*, 6, 100036.
- Stern, N., & Valero, A. (2021). Innovation, Growth and The Transition to Net-Zero Emissions. *Research Policy*, 50(9), 104293.
- Stern, D. I. (2004). *The Rise and Fall of The Environmental Kuznets Curve*. World Development, 32(8), 1419-1439.
- Stern, D. I. (1998). Progress on The Environmental Kuznets Curve?. *Environment and Development Economics*, 3(2), 173-196.
- Stern, N. (2006). *Stern Review: The Economics of Climate Change*. HM Treasury.

- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O., & Ludwig, C. (2015). The Trajectory of The Anthropocene: The Great Acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), 81-98.
- Sutudwell, Joe (2023), *Asya Nasıl Başardı? Dünyanın En Dinamik Bölgesinden Dersler* (M.H.Sarı çev.), Scala Kitap.
- Swim, J. K., Clayton, S., & Howard, G. S. (2011). Human Behavioral Contributions to Climate Change: Psychological and Contextual Drivers. *American Psychologist*, 66(4), 251.
- Şahin, G., Gökdemir, L., & Ayyıldız, F. V. (2019). Türkiye Örneğinde Kirlilik Sığınağı Ve Kirlenme Hale Hipotezleri Üzerine Ampirik Bir Araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 104-140.
- Şahin, M. E. (2020). Açık Deniz Rüzgâr Sistemleri Üzerine Bir İnceleme ve Danimarka Modeli. *Recep Tayyip Erdogan University Journal of Science and Engineering*, 1(1), 54-67.
- Şahin, C., & Ünal, S. (2023). Karbon Salınımının, Ekonomik Büyüme ve Finansal Gelişme ile İlişkisi: Türkiye Örneği. *Akademik Araştırmalar Ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 15(29), 367-376. <https://doi.org/10.20990/kilisiibfakademik.1317807>.
- Şahin, Ümit, (2021), “İklim Krizi”, Tübitak Sosyal Bilimler Ansiklopedisi [https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/iklim\\_krizi\\_uluslararası\\_iliskiler](https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/iklim_krizi_uluslararası_iliskiler) E.T.02/03/2024.
- Şahin, Ö. G. D. G., & Önder, Ö. G. D. H. G. (2021). Atık Yönetimi, Sera Gazı Emisyonları ve Türkiye: Avrupa Yeşil Mutabakatı Çerçevesinde Bir Değerlendirme Öz. *The Journal of Academic Social Science*, (112), 194-216.
- Şanlı, O., & Ateş, İ. (2020). ABD-Çin Odaklı Ticaret ve Kur Savaşlarının Dünya Ekonomisi Üzerine Etkileri. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 75-101.
- Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does Higher Economic and Financial Development Lead to Environmental Degradation: Evidence from BRIC Countries. *Energy Policy*, 37(1), 246-253.
- Tan, Zhongchao (2014), *Air Pollution and Greenhouse Gases From Basic Concepts to Engineering Applications for Air Emission Control*, , Springer, 2014.
- Tan, Z., Koondhar, M. A., Nawaz, K., Malik, M. N., Khan, Z. A., & Koondhar, M. A. (2021). Foreign Direct Investment, Financial Development, Energy Consumption, and Air Quality: A Way For Carbon Neutrality in China. *Journal of Environmental Management*, 299, 113572.
- Tapşın, Gülçin, 2021, “Ekonomik Tuzaklar”, Tübitak Sosyal Bilimler Ansiklopedisi [https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/ekonomik\\_tuzaklar](https://ansiklopedi.tubitak.gov.tr/ansiklopedi/ekonomik_tuzaklar)E.T.02/03/2024.

- Tarı, Recep (2018), *Ekonometri Geleneksel Yöntemler, Zaman Serileri, Panel Veri Analizleri*, Umuttepe Yayınları.
- Tarih Dergi (Eylül 2021), *Dünyadan*, <https://tarihdergi.com/dunyadan/> E.T. 29/03/2024.
- Tayyar, A. E. (2022). Testing Pollution Haven and Pollution Halo Hypotheses for The Energy Sector: Evidence from Turkey. *Business and Economics Research Journal*, 13(3), 367-383.
- Taylor, M. S., & Copeland, B. R. (2003). *Trade, Growth and The Environment* (p. 9823). Cambridge, MA, USA: National Bureau of Economic Research.
- Taylor, M. Scott. (2005). Unbundling the Pollution Haven Hypothesis. *The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy*. 3. 1-28. 10.2202/1538-0637.1408.
- Tekbaş, M. (2022). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Farklı Gelir Düzeylerindeki Ülkeler için İncelenmesi: STIRPAT Modelinden Bulgular. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi (AKAD)*, 14(26), 16-34.
- Temiz Enerji, *Çin'in karbon nötr olma hedefi küresel ısınmaya nasıl etki edecek?* <https://temizenerji.org/2020/09/29/cinin-karbon-notrluk-hedefi-kuresel-ismaya-nasil-etki-edecek/> E.T. 26/10/2024.
- The Carbon Majors Database (2024) *Launch Report 2024*, Carbon Majors, [https://carbonmajors.org/site/data/000/027/Carbon\\_Majors\\_Launch\\_Report.pdf](https://carbonmajors.org/site/data/000/027/Carbon_Majors_Launch_Report.pdf) E.T. 05/04/2024.
- The Nobel Prize, *All Nobel Prizes*, <https://www.nobelprize.org/prizes/lists/all-nobel-prizes/> E.T. 02/04/2024.
- The Keeling Curve Foundation (2024), *What is Keeling Curve?*, <https://www.keelingcurve.org/what-is-the-keeling-curve> E.T. 29/03/2024.
- The Guardian, *Cop28 president says there is 'no science' behind demands for phase-out of fossil fuels*, <https://www.theguardian.com/environment/2023/dec/03/back-into-caves-cop28-president-dismisses-phase-out-of-fossil-fuels> E.T. 01/04/2024.
- Ticaret Bakanlığı, (2021) *Yeşil Mutabakat Eylam Planı 2021*, Ankara <https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf>.
- Ticaret Bakanlığı, *AB Emisyon Ticaret Sistemi Bilgi Notu*, <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/ab-emisyon-ticaret-sistemi/ab-emisyon-ticaret-sistemi-bilgi-notu> E.T. 12/05/2024
- Ticaret Bakanlığı, *Yeşil Mutabakat Genel Bilgi*, <https://ticaret.gov.tr/dis-iliskiler/yesil-mutabakat/genel-bilgi> E.T. 12/05/2024.
- Ticaret Bakanlığı, *Emisyon Ticaret Sistemi ve SKDM İlişkisi*, <https://ticaret.gov.tr/data/65dc9d3113b8762768385d66/%C4%B0DB%20SKDM>

%20Sunum-%20ETS-SKDM%20%C4%B0li%C5%9Fkisi\_23022024.pdf E.T.  
16/12/2024

Türkiye İhracatçıları Meclisi, *Şarj Edilebilir Hibrit Araçlara ÖTV Teşviki Getirildi*,  
<https://tim.org.tr/tr/sarj-edilebilir-hibrit-araclara-otv-tesviki-getirildi> E.T.  
22/12/2024.

Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical Inference in Vector Autoregressions with Possibly Integrated Processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250.

Tont, Sargun A. (2016), *Sulak Bir Gezegenden Öyküler*, Kırmızı Kedi Yayınevi.

Tong, D., Zhang, Q., Zheng, Y., Caldeira, K., Shearer, C., Hong, C., ... & Davis, S. J. (2019). Committed Emissions from Existing Energy Infrastructure Jeopardize 1.5 C Climate Target. *Nature*, 572(7769), 373-377.

Tseng, M. W., & Zebregs, M. H. (2002). *Foreign Direct Investment in China: Some Lessons For Other Countries*. International Monetary Fund.

TSKB, *İklim Kulübü Dünyasına Hoşgeldiniz!* Türkiye Sınai Kalkınma Bankası,  
<https://www.tskb.com.tr/blog/surdurulebilirlik/iklim-kulubu-dunyasina-hosgeldiniz> E.T. 15/05/2024.

Tunçarslan, N. (2018). BRICS Ülkelerinin İklim ve Çevre Politikaları: Karşılaştırmalı Bir Analiz. *Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 36-50.  
<https://doi.org/10.18221/bujss.399076>.

TÜBA (2019), Türkiye Bilimler Akademisi, *Rüzgâr Enerjisi Teknolojileri Raporu*,  
<https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9CBA-R%C3%BCzg%C3%A2r%20Enerjisi%20Teknolojileri%20Raporu.pdf>.

TÜBA (2018), Türkiye Bilimler Akademisi, *Güneş Enerjisi Teknolojileri Raporu*,  
<https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/T%C3%9CBA-G%C3%BCne%C5%9F%20Enerjisi%20Teknolojileri%20Raporu.pdf>.

TÜBA (2022), Türkiye Bilimler Akademisi, *Enerjide Yapay Zekânın Rolü Raporu*,  
<https://www.tuba.gov.tr/files/yayinlar/raporlar/TUBA-978-625-8352-19-1.pdf>.

Türkiye Elektrik Dağıtım AŞ, (2024), *2023 Yılı Türkiye Elektrik Dağıtım Sektör Raporu*,  
<https://www.tedas.gov.tr/FileUpload/MediaFolder/25819eac-d024-4308-891a-d248db8c1e0a.pdf>.

Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş (2021), *2019-2023 Stratejik Planı*,  
<https://www.tedas.gov.tr/FileUpload/MediaFolder/b074fd49-bb48-4b86-a40a-3128599dc5f7.pdf>.

Türkiye Elektrik İletim A.Ş (2023), *2024-2028 Stratejik Planı*,  
[http://www.sp.gov.tr/upload/xSPStratejikPlan/files/z8kDI+TEIAS\\_24-28\\_sp.pdf](http://www.sp.gov.tr/upload/xSPStratejikPlan/files/z8kDI+TEIAS_24-28_sp.pdf).

- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu (2024), *2023 Yılı Faaliyet Raporu*, <https://www.tki.gov.tr/yayinlar>.
- Türkeş, M. (1995). *Toronto 1988'den Berlin 1995'e İklim Değişikliği Sözleşmesi*. TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, 331, 46-49.
- Türkeş, Murat (2019), *İklim Değişikliğinin Bilimsel Temelleri, Türkiye'ye Etkileri* [http://www.iklimin.org/wp-content/uploads/egitimler/seri\\_01.pdf](http://www.iklimin.org/wp-content/uploads/egitimler/seri_01.pdf).
- Türkeş, Murat, (2021a), *İklim Değişikliğine Uyum Konusunda Kurumsal Kapasitenin Geliştirilmesi Eğitimi Projesi*, [https://iklimiduy.org/modul/iklimiduy\\_modul\\_1.pdfson](https://iklimiduy.org/modul/iklimiduy_modul_1.pdfson).
- Türkeş, M. (2021b), *Sera Gazları, Kuvvetlenen Sera Etkisi ve Küresel İklim Değişikliği*. İktisat ve Toplum, (129). <https://iktisatvetoplum.com/sera-gazlari-kuvvetlenen-sera-etkisi-ve-ku%CC%88resel-iklim-degisikligi-murat-tu%CC%88rkes/>.
- Tükel, Tolga (2023), İklim Krizi Kavramsal Çerçeve ve Teknolojik Gelişmeler U. Köse (Edt.), *Küresel Isınma* ss.40-58, Doğu Kitabevi.
- Ucal, M., An, N., & Kurnaz, L. (2017). İklim Değişikliği Sürecinde Ekonomideki Yeni Kavramlar ve Yaklaşımlar. *Dokuz Eylül University Journal of Graduate School of Social Sciences*, 19(3).
- Udemba, E. N., Magazzino, C., & Bekun, F. V. (2020). Modeling the Nexus Between Pollutant Emission, Energy Consumption, Foreign Direct Investment, and Economic Growth: New Insights from China. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(15), 17831-17842.
- UNFCCC (1992), *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*, [https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf). E.T. 01.03.2024.
- UNESCAP, *Low Carbon Green Growth Roadmap for Asia and the Pacific Case Study*, <https://www.unescap.org/sites/default/files/14.%20CS-China-Renewable-Energy-Policies.pdf> E.T. 03/12/2024.
- United Nations, *COP28 signals beginning of the end of the fossil fuel era*, <https://www.un.org/en/climatechange/cop28> E.T. 29/03/2024.
- United Nations, *UN chief hails new climate change agreement as "monumental triumph"*, <https://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/12/un-chief-hails-new-climate-change-agreement-as-monumental-triumph/> E.T. 05/12/2023
- University of New Hampshire, *Vladimir Ivanovich Vernadsky and his Revolutionary Theory of the Biosphere and the Noosphere*, [http://www-ssg.sr.unh.edu/preceptorial/Summaries\\_2004/Vernadsky\\_Pap\\_ITru.html](http://www-ssg.sr.unh.edu/preceptorial/Summaries_2004/Vernadsky_Pap_ITru.html) E.T. 15/04/2024.

- Urgewald, *Is the World Bank giving billions of trade finance to fossil fuels?*  
<https://www.urgewald.org/sites/default/files/media-files/Urgewald%20-%20Trade%20Finance%20Paper%20-0923.pdf> E.T. 03/04/2024.
- Utkulu, U., & Türköz, K., (2019), *Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Sektörel Analizi: Türkiye Örneği*. Ekolojik İktisat (pp.13-30), Ekin Yayınevi.
- Uzunyayla, Ferda (2016), Klasik İktisadi Analizde Doğanın Yeri, *İktisat ve Toplum Dergisi* 68: 46 – 54.
- Üstün, K. T. (2021), Yeni Bir Dönemin Başlangıcı: Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türk Çevre Hukuku ve Politikalarına Etkileri. *Memleket Siyaset Yönetim*, 16(36), 329-366.
- Vatn, A., & Bromley, D. W. (1997). Externalities—a Market Model Failure. *Environmental and Resource Economics*, 9, 135-151.
- Vu, T. B., Gangnes, B., & Noy, I. (2008). Is Foreign Direct Investment Good For Growth? Evidence From Sectoral Analysis of China and Vietnam. *Journal of the Asia Pacific Economy*, 13(4), 542-562.
- Vural, G. (2020). How Do Output, Trade, Renewable Energy and Non-Renewable Energy Impact Carbon Emissions in Selected Sub-Saharan African Countries?. *Resources Policy*, 69, 101840.
- Wang, Q., Yang, T., Li, R., & Wang, X. (2023). Reexamining the Impact of Foreign Direct Investment On Carbon Emissions: Does Per Capita GDP Matter?. *Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1-18.
- Wang, Q., & Wang, L. (2021). How Does Trade Openness Impact Carbon Intensity?. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126370.
- Wang, Q., & Zhang, F. (2021). The Effects of Trade Openness on Decoupling Carbon Emissions from Economic Growth—Evidence from 182 Countries. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123838.
- Wang, H., Su, B., Mu, H., Li, N., Gui, S., Duan, Y., ... & Kong, X. (2020), Optimal Way to Achieve Renewable Portfolio Standard Policy Goals From the Electricity Generation, Transmission, and Trading Perspectives in Southern China. *Energy Policy*, 139, 111319.
- Wang, Z., Han, B., & Lu, M. (2016), Measurement of Energy Rebound Effect in Households: Evidence from Residential Electricity Consumption in Beijing, China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 852-861.
- Wang, Z., Gao, L., Wei, Z., Majeed, A., & Alam, I. (2022), How FDI and Technology Innovation Mitigate CO2 Emissions in High-Tech Industries: Evidence from Province-Level Data of China. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(3), 4641-4653.

- Waheed, R., Sarwar, S., & Wei, C. (2019). The Survey of Economic Growth, Energy Consumption and Carbon Emission. *Energy Reports*, 5, 1103-1115.
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S., & Chen, W. (2018). Forest, Agriculture, Renewable Energy, and CO2 Emission. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4231-4238.
- Wasti, S. K. A., & Zaidi, S. W. (2020). An Empirical Investigation Between CO2 Emission, Energy Consumption, Trade Liberalization and Economic Growth: A Case of Kuwait. *Journal of Building Engineering*, 28, 101104.
- Weart, S. (2008). *A National Security Issue? How People Tried to Frame Global Warming*. *Global Climate Change: National Security Implications*, 1, 23-4.
- Weart, S. (2011). Global Warming: How Skepticism Became Denial. *Bulletin of The Atomic Scientists*, 67(1), 41-50.
- Wen, J., Mughal, N., Zhao, J., Shabbir, M. S., Niedbała, G., Jain, V., & Anwar, A. (2021). Does Globalization Matter For Environmental Degradation? Nexus Among Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Dioxide Emission. *Energy Policy*, 153, 112230.
- Wen, H., & Zhao, Z. (2021). How Does China's Industrial Policy Affect Firms' R&D Investment? Evidence from 'Made in China 2025'. *Applied Economics*, 53(55), 6333-6347.
- Whalley, J., & Xian, X. (2010). China's FDI and non-FDI economies and the sustainability of future high Chinese growth. *China Economic Review*, 21(1), 123-135.
- Wikipedia, *Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları*, [https://tr.wikipedia.org/wiki/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir\\_Kalk%C4%B1ma\\_Ama%C3%A7lar%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/S%C3%BCrd%C3%BCr%C3%BClebilir_Kalk%C4%B1ma_Ama%C3%A7lar%C4%B1) E.T. 25/04/2024.
- Wikipedia, *Kaya İdentiti*, [https://en.wikipedia.org/wiki/Kaya\\_identity](https://en.wikipedia.org/wiki/Kaya_identity) E.T. 25/04/2024.
- World Economic Forum (WEF), *Why the Planet Needs Legally Binding Obligations to Limit Climate-Mitigation "Free-Riders"* <https://www.weforum.org/agenda/2022/06/incentives-free-rider-problem-climate-change-mitigation/> E.T. 02/04/2024.
- World Population Review, *CO<sub>2</sub> Emissions by Country 2024*, <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/co2-emissions-by-country>, E.T. 01/05/2024
- World Trade Organization (2021), *Trade and Climate Change Information Brief 4* [https://www.wto.org/english/news\\_e/news21\\_e/clim\\_03nov21-4\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/news_e/news21_e/clim_03nov21-4_e.pdf).
- World Bank (2024), *Offshore Wind Roadmap for Türkiye*, <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099110624015521050/pdf/P173157176eeaf0da188c416c666981195b.pdf>.



- World Bank Group (2022), *Türkiye - Ülke İklim ve Kalkınma Raporu : Yönetici Özeti*, Washington, D.C. : World Bank Group. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099006006072236088/P17747905251670b10bac4062b1612e1a18>.
- WWF-UK Report (2003), *Foreign Direct Investment and the Environment: From Pollution Havens to Sustainable Development*, WWF-United Kingdom Office, <https://awsassets.panda.org/downloads/pollutionhavens2ndeditionfinal.pdf>.
- Wiesmeth, H. (2012). *Environmental Economics. Theory and Policy in Equilibrium*. Springer Texts in Business and Economics.
- Wilson, Edward (2020), *Yarım Dünya* (S.Oğuz çev.), Koç Üniversitesi Yayınları.
- Xepapadeas, A. (2008). *Ecological Economics*. In: *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan, London.
- Xie, Q., & Wu, H. (2021). How Does Trade Development Affect Environmental Performance? New Assessment From Partially Linear Additive Panel Analysis. *Environmental Impact Assessment Review*, 89, 106584.
- Yağımlı, M., & Ergin, H. (2017). Türkiye’de İş Kazalarının Üssel Düzeltme Metodu ile Tahmin Edilmesi. *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 29(4), 118-123.
- Yalçın, A. Y., & Özcan, O. (2021). Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Destekleri Üzerine Bir Tahmin Modeli Önerisi. *Journal of Life Economics*, 8(2), 263-272.
- Yaman, M., & Haşıl, F. (2018). Türkiye'deki Hidroelektrik Santrali (HES) Uygulamalarına Çevre Açısından Bakış. *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 145-154.
- Yapraklı, Sevdâ (2013), *Enerjiye Dayalı Büyüme*, Beta Basım AŞ.
- Yardımcı, Çağrı (2023), İklim Krizi Kavramsal Çerçeve ve Teknolojik Gelişmeler U. Köse (Edt.), *Veri Sistemlerinin İklim Krizine Etkisi*, ss.148-158, Doğu Kitabevi.
- YENADER, *Yenilenebilir Enerji Nedir?*, Yenilenebilir Enerji Araştırmaları Derneği, [https://yenader.org/tr\\_tr/blog/service/yenilenebilir-enerji-nedir/](https://yenader.org/tr_tr/blog/service/yenilenebilir-enerji-nedir/) E.T. 16/12/2024.
- Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, Kanun Sayısı: 5346, (2005), *Resmî Gazete*, 25819, <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=5346&MevzuatTur=1&MevzuatTertip=5>.
- Yeşil Gazete, *Irak'ta iklim kriziyle mücadelede mangrov ormanları yetiştiriliyor* <https://yesilgazete.org/irakta-mangrov-ormanlari-yetistiriliyor> E.T. 18/12/2024.
- Yeşil Haber, *Çin, güneş hücresi patent başvurularında dünya lideri oldu*, <https://yesilhaber.net/cin-gunes-pili-patent-basvurularinda-dunya-lideri-oldu/> E.T. 22/12/2024

- Yeşilist, *Mangrov nedir ve ekosisteme faydaları nelerdir?* <https://www.yesilist.com/mangrov-nedir-ve-ekosisteme-faydaları-nelerdir> E.T. 18/12/2024.
- Yıldız, Rıfat; Yıldırım, Ertuğrul (2018), *Tez Yazma, Makale Hazırlama ve Yayınlama Kılavuzu*, Detay Yayıncılık.
- Yılmaz, M. ve Açıkgöz Ersoy, B. (2009), Kirlilik Sığınağı Hipotezi, Doğrudan Yabancı Yatırımlar Ve Kamu Politikaları, *Ege Akademik Bakış*, 9 (4), 1441-1462.
- Yılmaz, Mine, Çınar, Serkan (2017), *Küresel Isınma, İklim Değişikliği ve Sosyo-Ekonomik Etkileri*:38-60.
- Yılmaz, L. (2006). 4875 Sayılı Doğrudan Yabancı Yatırımlar Kanunu'nun Getirdiği Yenilikler. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* Yıl:5 Sayı:10 Güz 2006/2 s.173-190.
- Ying, Z., Xin-gang, Z., & Zhen, W. (2020). Demand Side Incentive Under Renewable Portfolio Standards: A System Dynamics Analysis. *Energy Policy*, 144, 111652.
- York, R., Rosa, E. A., & Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: Analytic Tools For Unpacking The Driving Forces of Environmental Impacts. *Ecological Economics*, 46(3), 351-365.
- Yousefi-Sahzabi, A., Sasaki, K., Yousefi, H., & Sugai, Y. (2011). CO 2 Emission and Economic Growth of Iran. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 16, 63-82.
- Yüksel, Hakan (2023), İklim Krizi Kavramsal Çerçeve ve Teknolojik Gelişmeler U. Köse (Edt.), *İklim Krizine Karşı Elektrikli Araçlar*, ss.118-146, Doğu Kitabevi.
- Zebregs, H. (2003). Foreign Direct Investment and Output Growth. *China: Competing in the Global Economy*, 89-100.
- Zeng, M., Li, C., & Zhou, L. (2013). Progress and Prospective on the Policy System of Renewable Energy in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 36-44.
- Zeren, F. (2015). Doğrudan Yabancı Yatırımların CO2 Emisyonuna Etkisi: Kirlilik Hale Hipotezi mi Kirlilik Cenneti Hipotezi mi ?. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 10(37), 6442-6448.
- Zhao, Z. Y., Zhang, S. Y., Hubbard, B., & Yao, X. (2013). The Emergence of The Solar Photovoltaic Power Industry in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 21, 229-236.
- Zhao, Z. Y., Chen, Y. L., & Li, H. (2019). What Affects the Development of Renewable Energy Power Generation Projects in China: ISM Analysis. *Renewable Energy*, 131, 506-517.

- Zhang, J., Daniela, A., Fang, Y., Desmonda, A., & Antwi, E. O. (2018). Review on China's Renewable Energy and Future Projections. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 7(3), 218-224.
- Zhang, X. P., & Cheng, X. M. (2009). Energy Consumption, Carbon Emissions, and Economic Growth in China. *Ecological Economics*, 68(10), 2706-2712.
- Zhang, Y., & Zhang, S. (2018). The Impacts of GDP, Trade Structure, Exchange Rate and FDI Inflows on China's Carbon Emissions. *Energy Policy*, 120, 347-353.
- Zubair, A. O., Samad, A. R. A., & Dankumo, A. M. (2020). Does Gross Domestic Income, Trade Integration, FDI Inflows, GDP, and Capital Reduces CO2 Emissions? An Empirical Evidence from Nigeria. *Current Research in Environmental Sustainability*, 2, 100009.



## ÖZ GEÇMİŞ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <b>Ad Soyad: Özgür ALTUN</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                      |
| <b>Eğitim Bilgileri</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                      |
| <b>Lisans</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                      |
| <b>Üniversite</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Anadolu Üniversitesi                 |
| <b>Fakülte</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi |
| <b>Bölümü</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | İktisat                              |
| <b>Yüksek Lisans</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                      |
| <b>Üniversite</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Gazi Üniversitesi                    |
| <b>Enstitü Adı</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Sosyal Bilimler Enstitüsü            |
| <b>Anabilim Dalı</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | İktisat                              |
| <b>Programı</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ekonomik Kalkınma ve Büyüme          |
| <b>Makale ve Bildiriler</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                      |
| <p>1. Altun, Ö. (2022). Kamu Konutu Fiyatlarını Belirleyen Faktörlerin Hedonik Fiyat Modeliyle Analizi. Sosyoekonomi, 30(52), 349-378.</p> <p>2. Altun, Ö. (2022). Yapay Zekâ Yöntemleriyle Hazine Taşınmazlarının Değerlemesi: Yapay Sinir Ağları ile Kamu Konutları Üzerine Bir Uygulama. Türkiye Arazi Yönetimi Dergisi, 4(2), 62-73.</p> |                                      |