



**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ  
EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ:  
BRICS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA**

**Amirkhan MAMMADOV**

**Yüksek Lisans Tezi  
İktisat Ana Bilim Dalı  
Dr. Öğr. Üyesi Özge BUZDAĞLI  
2021  
Her Hakkı Saklıdır**

**T.C**  
**ATAÜRK ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANA BİLİM DALI**

**Amirkhan MAMMADOV**

**YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK**  
**BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BRICS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE**  
**BİR UYGULAMA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ YÖNETİCİSİ**  
**Dr. Öğr. Üyesi Özge BUZDAĞLI**

**ERZURUM – 2021**



**TEZ BEYAN FORMU**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

**BİLDİRİM**

*Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Uygulama Esaslarının ilgili maddelerine* göre hazırlamış olduğum "YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BRICS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA" adlı tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Gereğini bilgilerinize arz ederim \*.

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin/Raporumun makale için **altı ay**, patent için **iki yıl** süreyle erişiminin ertelenmesini istiyorum.

13.09.2021

Amirkhan MAMMADOV

Aslı Islak İmzalıdır

**\* LİSANSÜSTÜ TEZLERİN ELEKTRONİK ORTAMDA TOPLANMASI, DÜZENLENMESİ VE ERİŞİME AÇILMASINA İLİŞKİN YÖNERGE**

**ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

**Çeşitli ve Son Hükümler**

Lisansüstü tezlerin erişime açılmasının ertelenmesi **MADDE 6– (1)** Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu **iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.**

**(2)** Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz **makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış** ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile **altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.**

**Gizlilik dereceli tezler MADDE 7– (1)** Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

**(2)** Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.



# **SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

## **Graduate School of Social Sciences**

### **TEZ KABUL TUTANAĞI**

#### **SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Dr. Öğr. Üyesi Özge BUZDAĞLI danışmanlığında, Amirkhan MAMMADOV tarafından hazırlanan bu çalışma 13 / 09 / 2021 tarihinde aşağıda isimleri yazılı jüri tarafından, İktisat Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan:** Dr. Öğr. Üyesi Özge BUZDAĞLI

İmza: Aslı Islak İmzalıdır

**Jüri Üyesi :** Dr. Öğr. Üyesi Ziya Çağlar YURTTANÇIKMAZ

İmza: Aslı Islak İmzalıdır

**Jüri Üyesi :** Dr. Öğr. Üyesi Murat EREN

İmza: Aslı Islak İmzalıdır

İmza:

Prof. Dr. Sait UYLAŞ

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

OF27b\_V4\_03.11.2019

## İÇİNDEKİLER

|                               |             |
|-------------------------------|-------------|
| <b>ÖZET.....</b>              | <b>IV</b>   |
| <b>ABSTRACT .....</b>         | <b>V</b>    |
| <b>TABLolar DİZİNİ .....</b>  | <b>VI</b>   |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>  | <b>VII</b>  |
| <b>GRAFİKLER DİZİNİ .....</b> | <b>VIII</b> |
| <b>ÖNSÖZ.....</b>             | <b>IX</b>   |
| <b>GİRİŞ .....</b>            | <b>1</b>    |

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### YENİLENEBİLİR ENERJİ KAVRAMI VE TÜRLERİ

|                                                                     |          |
|---------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAVRAMI.....</b>                       | <b>3</b> |
| <b>1.2. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TARİHİ.....</b>                     | <b>3</b> |
| <b>1.3. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÖNEMİ .....</b>                     | <b>6</b> |
| <b>1.4. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI .</b> | <b>8</b> |
| <b>1.5. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TÜRLERİ .....</b>                   | <b>9</b> |
| 1.5.1. Rüzgâr Enerjisi.....                                         | 9        |
| 1.5.2. Güneş Enerjisi .....                                         | 12       |
| 1.5.3. Jeotermal Enerji.....                                        | 14       |
| 1.5.4. Dalga Enerjisi .....                                         | 17       |
| 1.5.5. Hidroelektrik Enerji.....                                    | 18       |
| 1.5.6. Biyokütle .....                                              | 20       |

### İKİNCİ BÖLÜM

#### EKONOMİK BÜYÜME

|                                                 |           |
|-------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1. EKONOMİK BÜYÜME KAVRAMI.....</b>        | <b>22</b> |
| <b>2.2. EKONOMİK BÜYÜME TÜRLERİ .....</b>       | <b>23</b> |
| <b>2.3. EKONOMİK BÜYÜMENİN KAYNAKLARI .....</b> | <b>23</b> |
| 2.3.1. Beşeri Kaynaklar .....                   | 23        |
| 2.3.2. Sermaye Birikimi .....                   | 24        |
| 2.3.3. Doğal Kaynaklar .....                    | 24        |
| 2.3.4. Teknolojik Gelişmeler.....               | 24        |

|                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.4 EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ARASINDAKİ İLİŞKİ.....</b>   | <b>25</b> |
| <b>2.5. EKONOMİK BÜYÜME TEORİLERİ.....</b>                                  | <b>25</b> |
| 2.5.1. Klasik Büyüme Modeli .....                                           | 26        |
| 2.5.1.1. Adam Smith'in büyüme modeli (1723-1790) .....                      | 26        |
| 2.5.1.2. Ricardo'nun Büyüme Teorisi (1772-1823) .....                       | 28        |
| 2.5.1.3. R. Malthus'un Büyüme Görüşleri .....                               | 29        |
| 2.5.2. Keynesyen Büyüme Modeli .....                                        | 30        |
| 2.5.2.1. Harrod-Domar Büyüme Modeli .....                                   | 31        |
| 2.5.3. Neoklasik Büyüme Teorileri .....                                     | 33        |
| 2.5.3.1. Solow'un İktisadî Büyüme Modeli .....                              | 33        |
| 2.5.4. İçsel Büyüme Teorileri.....                                          | 35        |
| 2.5.4.1 Lucas Modeli (Beşeri Sermaye Modeli).....                           | 36        |
| 2.5.4.2. Romer (Ar-Ge) Modeli.....                                          | 37        |
| 2.5.4.3. Barro Modeli: İçsel Büyüme Modelinde Kamu Harcamalarının Rolü..... | 38        |
| 2.5.4.4. Ak Modeli (Rebelo Modeli) .....                                    | 39        |

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### TÜRKİYE'NİN ENERJİ POLİTİKALARI

|                                                                      |           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.1. TÜRKİYE'DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ.....</b>         | <b>41</b> |
| 3.1.1. Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi .....                              | 41        |
| 3.1.2. Türkiye'de Güneş Enerjisi .....                               | 43        |
| 3.1.3 Türkiye'de Jeotermal Enerji.....                               | 44        |
| 3.1.4. Türkiye'de Dalga Enerjisi .....                               | 45        |
| 3.1.5. Türkiye'de Hidrolik Enerji.....                               | 46        |
| 3.1.6. Türkiye'de Biyokütle Enerjisi .....                           | 48        |
| <b>3.2. BRICS ÜLKELERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ .....</b> | <b>49</b> |
| 3.2.1. Güney Afrika'nın Yenilenebilir Enerji Görünümü .....          | 49        |
| 3.2.2. Rusya'nın Yenilenebilir Enerji Görünümü .....                 | 50        |
| 3.2.3. Rusya'nın Yenilenebilir Enerji Görünümü .....                 | 51        |
| 3.2.4. Hindistan'ın Yenilenebilir Enerji Görünümü.....               | 52        |
| 3.2.5. Çin'in Yenilenebilir Enerji Görünümü .....                    | 53        |

|                                                                                                  |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.3. 2000’li YILLARDAKİ KALKINMA PLANLARINDA ENERJİ VE BÜYÜME HEDEFLERİ VE SONUÇLARI.....</b> | <b>54</b> |
| 3.3.1. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005).....                                      | 54        |
| 3.3.1.1. Sekizinci Kalkınma Planı Uygulama Sonuçları .....                                       | 56        |
| 3.3.2. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013) .....                                     | 57        |
| 3.3.2.1. Dokuzuncu Kalkınma Planı Uygulama Sonuçları.....                                        | 58        |
| 3.3.3. Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2014-2018).....                                         | 58        |
| 3.3.3.1. Onuncu Kalkınma Planı Sonuçları .....                                                   | 59        |
| 3.3.4. On Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2019-2023).....                                     | 60        |

### **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

#### **YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN AMPİRİK ANALİZİ**

|                                                                                          |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.1. ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİYE YÖNELİK TEORİLER.....</b> | <b>62</b>  |
| <b>4.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNE YÖNELİK LİTERATÜR.....</b>    | <b>63</b>  |
| 4.2.1. Tek Ülkeli Çalışmalar .....                                                       | 63         |
| 4.2.2. Çok Ülkeli Çalışmalar .....                                                       | 66         |
| 4.2.3. Türkiye Üzerinde Yapılan Çalışmalar.....                                          | 70         |
| <b>4.3. YÖNTEM.....</b>                                                                  | <b>74</b>  |
| 4.3.1. Swamy S Testi.....                                                                | 74         |
| 4.3.2. Pesaran's CD (2004) Yatay Kesit Bağımlılığı Testi.....                            | 75         |
| 4.3.3. Pesaran (2007) CADF birim kök testi.....                                          | 76         |
| 4.3.4. Westerlund (2007) Eşbütünleşme Testi .....                                        | 77         |
| 4.3.5. Genişletilmiş Ortalama Grup (Augmented Mean Group, AMG) tahmincisi....            | 78         |
| <b>4.4. AMPİRİK BULGULAR.....</b>                                                        | <b>79</b>  |
| <b>SONUÇ.....</b>                                                                        | <b>84</b>  |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>                                                                    | <b>87</b>  |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>                                                                     | <b>100</b> |

**ÖZET****YÜKSEK LİSANS TEZİ****YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ EKONOMİK BÜYÜME  
ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: BRICS-T ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA****Amirkhan MAMMADOV****Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Özge BUZDAĞLI****2021, 100 sayfa****Jüri: Dr. Öğr. Üyesi Özge BUZDAĞLI****Dr. Öğr. Üyesi Ziya Çağlar YURTTANÇIKMAZ****Dr. Öğr. Üyesi Murat EREN**

Enerji; ekonomik ve çevresel koşullar açısından önemli bir rol oynamaktadır. Dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında ise genellikle birincil enerji kaynakları kullanılmaktadır. Bununla birlikte, fosil yakıtlar sınırlıdır ve eşit olmayan bir şekilde dağılmıştır. Ayrıca son zamanlarda fosil enerji yakıtlarının kısmen tükenmesi, pahalılaşması ve onları kullanım esnasında çevreye zarar verilmesi gibi sebeplerden dolayı tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep gittikçe artmaktadır. Artan enerji ihtiyacı ve teknoloji ile yakın ilişkisi, enerjiyi büyümenin önemli bir itici gücü haline getirmiştir. Bu çalışmada, 1990-2018 dönemi ele alınarak BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkelerinde yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi panel veri yöntemiyle analiz edilmiştir. Hindistan ve Türkiye dışında yenilenebilir enerjinin GSYH üzerindeki etkisinin anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Hindistan’da yenilenebilir enerji miktarındaki artış, ekonomik büyümeyi artırırken; Türkiye’de azaltmaktadır. Çıkan sonuçlar Hindistan’da büyüme hipotezi, Türkiye’de koruma hipotezini geçerli kılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Enerji, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme, BRICS-T Ülkeleri

**ABSTRACT****MASTER THESIS****THE IMPACT OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES ON ECONOMIC GROWTH: AN APPLICATION ON BRICS-T COUNTRIES****Amirkhan MAMMADOV****Advisor: Assist. Prof. Dr. Özge BUZDAĞLI****2021, 100 pages****Jury: Assist. Prof. Dr. Özge BUZDAĞLI****Assist. Prof. Dr. Ziya Çağlar YURTTANÇIKMAZ****Assist. Prof. Dr. Murat EREN**

Energy; plays an important role in terms of economic and environmental conditions. Primary energy sources are generally used to meet the world's energy needs. However, fossil fuels are limited and unevenly distributed. In addition, the demand for renewable energy sources has been increasing all over the world due to reasons such as partial depletion of fossil energy fuels, becoming more expensive, and damaging the environment during their use. The increasing need for energy and its close relationship with technology has made energy an important driving force of growth. In this study, the effect of renewable energy production on economic growth in BRICS-T (Brazil, Russia, India, China, South Africa, and Turkey) countries was analyzed by panel data method, considering the period 1990-2018. Except for India and Turkey, the effect of renewable energy on GDP was found to be insignificant. While the increase in the amount of renewable energy in India increases economic growth; decreases in Turkey. The results validate the growth hypothesis in India and the conservation hypothesis in Turkey.

**Keywords:** Energy, Renewable Energy Consumption, Economic Growth, BRICS-T Countries

## TABLOLAR DİZİNİ

|                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 3.1.</b> Hidroelektrik Santrallerin Türkiye’deki Genel Durumu.....    | 47 |
| <b>Tablo 4.1.</b> Tek Ülkeli Çalışmalara ait Literatür Özeti .....             | 65 |
| <b>Tablo 4.2.</b> Çok Ülkeli Çalışmalara ait Literatür Özeti .....             | 69 |
| <b>Tablo 4.3.</b> Türkiye Üzerinde Yapılan Çalışmalar .....                    | 73 |
| <b>Tablo 4.4.</b> Analizde Kullanılan Değişkenler ve Veri Kaynakları .....     | 79 |
| <b>Tablo 4.5.</b> Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler .....             | 79 |
| <b>Tablo 4.6.</b> Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları.....           | 80 |
| <b>Tablo 4.7.</b> Değişkenlere Ait Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları ..... | 81 |
| <b>Tablo 4.8.</b> Pesaran CADF Birim Kök Test Sonuçları .....                  | 81 |
| <b>Tablo 4.9.</b> Westerlund (2007) Eşbütünleşme Test Sonuçları.....           | 81 |
| <b>Tablo 4.10.</b> AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları .....               | 82 |

**ŞEKİLLER DİZİNİ**

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 3.1.</b> Türkiye’de İşletmede olan RES’lerin Bölgelere Göre Dağılımı .....                                 | 42 |
| <b>Şekil 3.2.</b> Türkiye’deki Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Toplam Yıllık Elektrik<br>Enerjisi Üretimi .....      | 43 |
| <b>Şekil 3.3.</b> Türkiye’de Yatay Radyasyon .....                                                                  | 44 |
| <b>Şekil 3.4.</b> Türkiye’deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Toplam Yıllık Elektrik<br>Enerjisi Üretimi .....     | 45 |
| <b>Şekil 3.5.</b> Türkiye'nin Dalga Enerji Potansiyeli Haritası .....                                               | 46 |
| <b>Şekil 3.6.</b> Türkiye’deki Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Toplam Yıllık Elektrik<br>Enerjisi Üretimi ..... | 47 |
| <b>Şekil 3.7.</b> Türkiye’de Biyoenerjiden Toplam Yıllık Elektrik Enerjisi Üretimi .....                            | 48 |

## GRAFİKLER DİZİNİ

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Grafik 3.1.</b> Güney Afrika’da Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi..... | 50 |
| <b>Grafik 3.2.</b> Güney Afrika’da Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi..... | 51 |
| <b>Grafik 3.3.</b> Brezilya’da Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi .....    | 52 |
| <b>Grafik 3.4.</b> Hindistan’da Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi .....   | 53 |
| <b>Grafik 3.5.</b> Çin’de Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi .....         | 54 |



**ÖNSÖZ**

Yüksek lisans eğitimim boyunca akademik bilgi ve tecrübesi ile çalışmamın her aşamasında katkılarını esirgemeyen değerli danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Özge BUZDAĞLI'ya, bu süreçte bana göstermiş olduğu hoşgörü ve sabırdan dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde bulunarak bana fikirleriyle yol gösteren ve katkı sunan sayın Dr. Öğr. Üyesi Murat EREN'e ve Dr. Öğr. Üyesi Ziya Çağlar YURTTANÇIKMAZ'a teşekkürlerimi sunarım.

**Erzurum – 2021**

**Amirkhan MAMMADOV**

## GİRİŞ

Enerji, insan ihtiyaçlarını karşılamada ve ekonomik hedeflere ulaşmada temel bir işleve sahiptir. Bu nedenle enerji kaynakları insan yaşamının temeli haline gelmiştir. Sanayi devriminden sonra enerjiye olan talep her geçen gün artmıştır. 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi nedeniyle enerji fiyatlarındaki hızlı artış ülkelerinin ekonomik kalkınmasını olumsuz etkilemiştir.

Enerji ihtiyacını karşılamak için kullanılan kaynaklar ağırlıklı olarak birincil enerji kaynaklarıdır. Birincil enerji kaynakları, üretim maliyetleri nispeten düşük olduğu için dünya genelinde yüksek talep görmektedir. Fosil yakıtların ciddi çevre sorunları oluşturması, yakın gelecekte tükenme riski ve karbon içeriği yüksek olduğu için ekolojik dengeyi de büyük ölçüde tehdit etmesi, ülkeleri yeni enerji kaynakları aramaya yöneltmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil enerji kaynaklarından farklı olarak, çevreye zarar vermeyen ve sera gazı oluşturmeyen enerji kaynaklarıdır. Tüm bunlara ek olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının sürekliliği nedeniyle kendi kendini yenileyebilir olması onların önemini dünya genelinde daha da arttırmıştır. Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki literatürde 4 ana hipotez üzerinden tartışılmaktadır. Bunlar, büyüme, koruma, geri besleme ve tarafsızlık hipotezleridir. Büyüme hipotezi, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişkiye dayanmaktadır. Koruma hipotezi, ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek taraflı bağımlılığa dayanmaktadır. Geri besleme hipotezi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Tarafsızlık hipotezi, değişkenler arasında nedensel bir ilişkinin olmadığını belirtmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma ve ekonomik büyüme için enerjinin kesintisiz olarak kullanımı şarttır. Tüketim ve kullanım düzeyinden daha önemli hale gelen enerji arzının sürekliliği ülkelerin ekonomik ve politik gündemlerinde yer almaktadır. Tükenen yapıya sahip birincil enerji kaynakları, ülkeleri alternatif enerji kaynakları aramaya zorlamaktadır.

Dünya çapında ekonomilerin gelişmesiyle birlikte her geçen gün enerji ihtiyacı artmakta ve elde etme maliyetinin düşük olması nedeniyle, elektrik üretimi için genellikle birincil enerji kaynakları tercih edilmektedir. Çevreye büyük zarar veren ve iklim değişikliğine neden olan birincil enerji kaynakları tükenebilir bir enerji yapısına

sahiptir. Bu sebepler göz önüne alındığında, çevreye zarar vermeyen ve tükenme riski bulunmayan yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi daha da artmıştır.

Sanayileşmenin artmasıyla birlikte enerji, ekonomik büyüme için önemli bir faktör haline gelmiştir. Bu durumun bir sonucu olarak, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki üzerine daha fazla araştırma yapılmaktadır. Bu çalışmaların amacı, enerji tüketiminin ulusal ekonomilere nasıl bir etkide bulunduğunu belirlemektir.

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla, 1990-2018 dönemi ele alınarak BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkelerinde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi panel veri yöntemiyle analiz edilmiştir.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde yenilenebilir enerji kavramlarının tanımı yapılarak enerji kaynak çeşitliliği ele alınmaktadır. İkinci bölümde ekonomik büyüme kavramı ve büyüme teorileri açıklanmaktadır. Üçüncü bölümde, Türkiye'nin enerji görünümü kapsamlı bir şekilde değerlendirilmekte ve kalkınma planlarında yer alan düzenlemeler ve onların sonuçları üzerinde durulmaktadır. Son bölümde ise, yenilenebilir kaynakların büyüme üzerindeki etkisini kapsayacak bir literatür taraması, metodoloji ve ampirik kanıtlar yer almaktadır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### YENİLENEBİLİR ENERJİ KAVRAMI VE TÜRLERİ

#### 1.1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAVRAMI

Dünyamız sürekli gelişmekte olup, insanların enerjiye olan ihtiyaçları günden güne artmaktadır. Dünyada insanlar tarafından ihtiyaç duyulan ve kullanılan enerjinin çok büyük bir kısmı fosil enerji kaynakları tarafından karşılanmaktadır. Fosil enerji kaynakları hem çevreye zarar veren, hem de tükenmekte olan enerji kaynaklarıdır. Son zamanlarda fosil enerji yakıtlarının kısmen tükenmesi, pahalılaşması ve onları kullanım esnasında çevreye zarar verilmesi gibi sebeplerden dolayı tüm dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep gittikçe artmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynakları çevreye zarar vermeyen, sera gazı oluşturmeyen enerji kaynaklarıdır. Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım payının büyük oranı gelişmiş ülkelere düşmektedir, çünkü bu kaynakları kullanmak için ülkelerin teknolojik yeniliklere açık olması gerekmektedir (Tanrıseven, 2018, s. 28). Yenilenebilir enerji, genel olarak hidroelektrik, jeotermal, güneş, gelgitler, rüzgâr, biyokütle dâhil olmak üzere doğal süreçlerden üretilen herhangi bir enerji olarak tanımlanabilir (Neuhaus, 2016: 1).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında en büyük karmaşıklık, potansiyelin zengin, ama bu konudaki kurulumun az bilindik ve çok masraflı olmasıdır. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynakları hakkında ARGE çalışmalarının daha da fazlaştırılması ve geniş profilli uzmanların yetiştirilmesi gerekmektedir (Ağaçbiçer, 2010: 34).

#### 1.2. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TARİHİ

İnsanların varoluşu, onların doğayla temas kurması bin yılları kapsamaktadır. İnsanlar eskiden doğa karşısında aciz kalmış soğuktan ve vahşi hayvanlardan korunmanın yollarını aramışlardır. Onlar ateşle ilk önce bir tesadüf sonucu (yıldırım düşmüş ağaçtan elde etmişler) karşılaşmış, daha sonraları ise ateşin nasıl çıkarılacağını öğrenmişlerdir (Celilov, 2009: 18).

Belirli bir zamandan sonra insanlar ilk defa suyun ve rüzgârın gücünü kullanmaya başlamışlardır. Böylelikle bu enerjinin anlamını idrak eden insanlar, rüzgâr zamanı ortaya çıkan hava selinin enerjisini dönen çarklar vasıtasıyla mekanik enerjiye dönüştürmeyi öğrenmişlerdir. Daha sonraları insanlar rüzgâr enerjisinden yararlanarak nehirlerde, göllerde, denizlerde kayıkları ve gemileri denizde yüzdürmenin yollarını keşfetmişlerdir. 1470 yılında ise ilk 4 ağaç destekli yelkenli kayak su havzasına indirilmiştir (Celilov, 2009: 19-20).

1807 yılında Amerikalı âlim Robert Fulton buhar makinesiyle çalışan ilk gemiyi yapmayı başarmıştır. Bu yenilik yelkenli gemilerin rolünü azaltmış ve makinelerin daha ön plana geçmesine neden olmuştur (Celilov, 2009: 20).

İtalyan fizikçi Alexandro Volta, Luigi Galvani'nin deneylerine devam etmiş ve 1800'lü yılların başlarında elektrik pilini keşfetmiş, bu nedenle elektrik potansiyeli birimine Volt (V) adı verilmiştir. Volta tarafından yapılan ilk pil, elektriği farklı şekillerde ileten, bir sıvıya (elektrolit) batırılmış elektrik tellerinden oluşmuştur (Celilov, 2009: 21).

Günümüzde, dünyada çoğunlukla elektrik enerjisi sağlanmaktadır. Elektrik enerjisinin büyük bir kısmı birincil enerji kaynaklarından üretilmektedir. Bu durum üretim maliyetlerinin artmasına ve üretim sürecinde kullanılan ürünlerin hava kirliliğine yol açmaktadır. Sonuç olarak dünya, özellikle gelişmiş ülkeler yeni bir enerji kaynağına, yani yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmektedir. Çünkü birincil enerji kaynaklarının tükenebilir olması herkes tarafından bilinmektedir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi her geçen gün artmaktadır (Babayev, 2017: 9).

Avrupa Birliği tarafından 1997 yılında yayınlanan ve “Beyaz Sayfa” adı verilen kitapta, yenilenebilir enerji hedefinin 2010 yılına kadar %12'ye çıkarılması hedeflenmiştir. Ayrıca Avrupa Birliği tarafından 2000 yılında yayınlanan Yeşil Belgede toplam enerji tüketiminin %50'sinin çevreye bağımlı olduğu belirtilmektedir (Babayev, 2017: 10).

16 Şubat 2005 tarihli Kyoto Protokolü'ne göre, 2008 ile 2012 yılları arasında, sera gazı emisyonlarının 1990 yılı seviyelerine kıyasla %8 oranında azaltılması hedeflenmiştir (Babayev, 2017: 10).

24 Mart 2006 Avrupa Birliği Devlet ve Hükümet Başkanları Toplantısı - 2015 yılında %8 biyoyakıt kullanımı, Avrupa Birliği Konseyi Komisyonu tarafından bu biyoyakıt kullanımının analiz edilmesine talimat verilmiştir. Biyoyakıt kullanımı talimatını uygulayan ülkeler arasında Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Estonya, Fransa, Almanya, Macaristan, İrlanda, İtalya, Litvanya, Polonya, İspanya ve İsveç bulunmaktadır. Avrupa Birliği'nin verdiği bilgilere göre biyodizel üretimi 1998'den 2005'e kadar 2.000-2.500 ton artmıştır. Biyodizel üretiminde en büyük paya sahip ülke Almanya'dır. İspanya ise en büyük biyoetanol üreticisidir (Babayev, 2017: 10).

2015 yılında aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 193 Birleşmiş Milletler üyesi ülke tarafından oybirliğiyle kabul edilen 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündemi'nin güçlendirilmesi ve desteklenmesi gerektiğini ön plana çıkarmışlardır. Söz konusu Gündem kapsamında belirlenen 17 "Sürdürülebilir Kalkınma Amacı" iklim değişikliğiyle küresel mücadeleyi ekonomik ve sosyal açıdan kapsayıcı bir kalkınma modelinin ayrılmaz bir parçası haline getirmeyi, refahı artırmayı ve yoksulluğu ortadan kaldırmayı öngörmektedir (Yeşil Mutabakat Eylem Planı, 2021: 6).

Avrupa Birliği (AB), 11 Aralık 2019 tarihinde açıkladığı Avrupa Yeşil Mutabakatı ile 2050 yılında iklim-nötr ilk kıta olma hedefini ortaya koyarken; aynı zamanda sanayisinin dönüşümünü gerektiren yeni bir büyüme stratejisi benimseyeceğini ve tüm politikalarını iklim değişikliği ekseninde yeniden şekillendireceğini açıklamıştır. Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamındaki ilgili eylemler, enerji, ulaştırma, sanayi, finans, inşaat, tarım dahil olmak üzere AB ekonomisini yeniden şekillendirecek ve her yıl ivme kazanacak bir dönüşümün temellerini oluşturmaktadır (Yeşil Mutabakat Eylem Planı, 2021: 6).

COVID-19 krizinin vurguladığı küresel ekonomide yapısal dönüşüm ihtiyacı ile birlikte, Avrupa Birliği 2050 yılında ilk karbon-nötr kıta olmak için kapsamlı ve iddialı yeşil dönüşüm hedeflerini açıklamış ve bu nedenle iklim değişikliği ile mücadele alanında diğer ülkelerdeki politikalar da ivme kazanmıştır. Bu bağlamda, 2020 yılında Güney Kore, Japonya ve Çin gibi uluslararası ticarete önemli yere sahip olan diğer ülkelerin de ekonomilerinin yeşil dönüşümüne yönelik hedeflerini açıklamaya başladıkları görülmüştür. Ayrıca İsveç, Norveç, Kanada, Şili ve Güney Afrika gibi

lkeler de net sıfır emisyon hedeflerini açıklayan ülkeler arasında yer almıştır (Yeşil Mutabakat Eylem Planı, 2021: 6).

Fosil yakıtların gıtide pahalalanması insanları yenilenebilir enerjinin kullanımına daha da teşvik etmiştir. Bazı yenilenebilir enerji kaynakları belirli ülkelerde haddinden fazladır veya bazı ülkelerde yok denilecek kadar azdır. Örneğin, güneş enerjisi tropik bölgelerde daha fazla, kutup blgelerindeyse çok azdır.

### 1.3. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN ÖNEMİ

Enerji tüketimi, çoğu modern tüketim malının üretim sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır. Ancak çoğu ülkenin mevcut endüstriyel yapısı yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımına dayanmaktadır (Burakov ve Max, 2017: 39). Ülkelerin en büyük enerji güvenliği sorunu, başta petrol olmak üzere tüm ithal edilen birincil enerji kaynaklarına bağımlı olmalarıdır. Petrol fiyatlarında meydana gelen dalgalanmalar, petrol ithalatçısı olan ülkelerin ekonomilerini kötü yönde etkilemektedir ve ulusal ekonomilerde bu durumdan en çok etkilenen sektör ulaştırma sektörüdür. Çünkü bir ülkede ulaştırma sektöründe meydana gelebilecek herhangi bir aksaklığın ekonominin diğer alanlarına sıçraması kaçınılmazdır (Ottmar vd., 2013: 13).

Dünyanın dört bir yanındaki ülkeler yakıt ve enerji dengelerine yeni enerji kaynaklarını çekmeye çalışmaktadırlar. Bu rekabette rüzgâr, güneş, dalga, gelgit, küçük nehirlerin hidrolojik enerjisi gibi geleneksel olmayan enerji kaynakları özel bir yere sahiptir. Bu tür yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli sonsuzdur (Salim ve Rafiq, 2012: 1051). Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisinin üretimi, sınırlı fosil enerji kaynaklarına sahip ülkeler için hayati önem niteliğindedir, çünkü bu sayede ülkeler enerji bağımlılığını azaltacak ve ekonomik büyümeye olanak sağlayabileceklerdir (şimelyt ve Dudzeviit, 2017: 1). Son yıllarda, çevresel kayęı konusundaki farkındalığın artması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimine odaklanma nedeniyle yenilenemeyen enerji kaynaklarına bağımlılık azalmıştır. Bu nedenle de, son yıllarda hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi daha da yaygınlaşmaktadır (Tiwari, 2011: 1800).

Çevre kirliliği, atmosferik ısı dengesizlikleri, küresel iklim değişikliğinin yanı sıra enerji kıtlığı, sınırlı enerji kaynakları ve buna karşılık artan enerji talebi, dünyada çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının hızla yaygınlaşmasını zorunlu kılmaktadır. Aynı zamanda birçok alternatif enerji kaynağı kullanılarak üretilen elektrik, geleneksel enerji üretiminden daha ucuzdur ve bu tür santrallerin kurulum aşamasında yapılan harcamaların geri ödeme süresi çok uzun değildir. Birincil enerji kaynaklarının fiyatı her geçen gün yükselirken, yeni teknolojilerin gelişmesi nedeniyle alternatif enerjinin maliyeti sürekli düşmektedir (Aliyev, 2015: 71-72).

Alternatif enerji sadece çevrenin korunması için önemli değildir. Alternatif enerji, aynı zamanda ülkelerin, bölgelerin ve ekonomik sistemlerin birincil enerji kaynaklarına olan bağımlılığını da azaltmaktadır (Aliyev, 2015: 82).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimine dönüştürülmesindeki artış, hem ülkelerin enerji ithalatındaki dışa bağımlılığını azaltmakta, hem de dış ticaret bilançosu açıklarını azaltıcı etkiye bulunmaktadır (Gözen ve Akdağ, 2020: 140). Aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynakları, ülkelerin ulusal ekonomilerine büyük katkılar sağlamaktadır (Tsaurai ve Ngcobo, 2020: 26).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının en çarpıcı özelliklerinden biri de, teknolojilerin ve kaynakların çeşitliliğidir. Yenilenebilir kaynaklardan yararlanmaya yönelik teknoloji uygulamalarının çeşitliliği de çok farklı seçenekler sunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, ısı, yakıt, elektrik gibi çeşitli biçimlerde ve ölçeklerde enerji sağlayabilmektedir. Elektrik üretiminde bu, büyük ölçekli şebeke bağlantılı teknolojilerden uzak köyler veya telekomünikasyon için küçük miktarlarda güç sağlanmasına kadar uzanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynağının nihai boyutunun büyük olduğuna ve prensipte dünya enerji talebine çok önemli bir katkıda bulunabileceğine, örneğin mevcut dünya elektrik arzını kolayca aşabileceğine dair çok az şüphe vardır (Gross vd., 2003: 105).

Sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak ve doğal dengeyi korumak amacıyla enerjiyi temiz, üretim maliyeti düşük, sürekli ve yerel alternatif enerji kaynaklarından sağlamak ve elde olan bu enerjiyi verimli bir şekilde kullanmak oldukça önemlidir (Oksay, 2014: 78). Yenilenebilir enerji kaynaklarının çoğunun devamlı olarak gelişmesi için en önemli konulardan biri, göreceli maliyetleridir. Birçok teknoloji şu anda en düşük maliyetli

fosil yakıt alternatifinden daha pahalıdır. Maliyetler, piyasaların gelişimi, teknik ilerleme ve dolayısıyla enerji alanında izlenen politikalarla yakından bağlantılıdır. Her geçen gün yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretmek için gerekli olan teknolojilerin fiyatları düşmekte ve bu nedenle de dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı daha da yaygınlaşmaktadır. (Gross vd., 2003: 107).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım sahasının daha da genişletilmesinin en önemli faydalarından biri de, fosil enerji yakıtlarının gelecek nesillere aktarılmasıdır. Günümüzde dünyanın en büyük sorunlarından biri de enerji sorunudur. Hiç şüphesiz bu sorun gelecekte daha da büyüyecektir (Aliyev, 2015: 73).

#### **1.4. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI**

Fosil yakıtların çevreye ve doğaya verdiği zararlar dolayısıyla, bu yakıtların kullanımını en aza indirmek çok önemlidir ve bu nedenle de yenilenebilir enerji kullanımını en üst seviyeye çıkarmak gerekmektedir. Yenilenebilir enerjinin faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Temiz ve sürekli bir enerji kaynağı olup, çevreye zarar vermemektedir, diğer bir ifadeyle çevre dostu enerji türleridir. Örneğin rüzgâr enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretildiği zaman, etrafa hiç bir zararlı madde katkısında bulunmaz, bu da yenilenebilir enerji kaynaklarının temiz bir enerji kaynağı olduğu anlamına gelir. Ayrıca bu enerji kaynaklarına bağlı tesislerin oluşturulması ve işletilmesi sırasında yerli sanayinin gelişmesine bağlı olarak istihdam yaratılmaktadır (Yılmaz, 2012: 51).
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının sayısı sınırlı olmadığı, çevreye daha az zararlı ve güvenli olduğu için fosil yakıtlara göre daha karlı bir enerji olarak tanımlanmaktadır (Rahmani, 2019: 18).
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması, birincil enerji kaynaklarından tasarruf edilmesine neden olur ve bununla da fosil enerji yakıtlarının gelecek nesillere aktarılmasına büyük etkide bulunulur. Bu bir taraftan, fosil enerji kaynaklarından hesaplı kullanılmasına, diğer taraftan da bu enerji kaynaklarının yanması sonucunda havaya atılan karbon gazındaki azalmaya sebep olur. (Al-Darraj ve Bakir, 2020: 237)

- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulum maliyeti göz ardı edilirse, onlardan çok düşük maliyetle elektrik enerjisi üretmek mümkündür. Çünkü kurulu bir sistem olduğu sürece rüzgârın hızı da, güneşin ışıltısı da tamamen doğadan kaynaklanmaktadır ve maliyetsizdir.
- Yapıları gereği tükenmez enerji kaynaklarıdır ve kullanımdan sonra tekrar kullanılabilirler (Yapar, 2020: 18).
- Kaza riski taşımazlar, siyasi istikrara katkıda bulunurlar ve ithalata bağımlılığı azaltırlar (Menegaki, 2011: 257).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Yenilenebilir enerjinin dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretmek günümüzde, birincil enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında pahalıya mal olduğundan çok da tercih edilmemektedir, ama son dönemlerde bu konuyla ilgili birçok çalışma yürütülmekte ve devlet tarafından sübvansiyonlarla desteklenmektedir (Aydın, 2013: 33).
- Yenilenebilir enerji kaynakları her zaman aynı potansiyelde olmaz. Örneğin rüzgâr her zaman aynı hızda esmez, güneş günün her saatinde çıkmaz, nehirler iklim ve yağmur ile bağlantılı olarak her zaman aynı derecede bol sulu olmaz ve aynı hızda akmaz. Tüm bu sebeplerden dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin gerçekleştirilmesinde zaman zaman aksamlar olabilir (Celilov, 2009: 22).

## 1.5. YENİLENEBİLİR ENERJİNİN TÜRLERİ

Yenilenebilir enerji kaynakları çevreye zarar vermeyen, sera gazı oluşturmeyen enerji kaynaklarıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının rüzgâr, güneş, hidroelektrik, dalga, jeotermal ve biyokütle gibi türleri bulunmaktadır. Bu kısımda yenilenebilir enerji türleri kapsamlı bir şekilde incelenecektir.

### 1.5.1. Rüzgâr Enerjisi

İnsanoğlu tarihin eski dönemlerinden bu yana rüzgâr gücünün olanaklarından faydalanmıştır. Rüzgâr gücünün tarihi oldukça eskiye dayanmaktadır ve bölge olarak ilk

defa Orta Doğu'da kullanılmaya başlanılmıştır. M.Ö. 17. yüzyılda Babil devletinde sulama işlerinde rüzgâr enerjisi kullanılmıştır. İnsanlar rüzgâr enerjisini denizde yelkenli kayıkların yüzdürülmesinde ve sulama işlerini kolaylaştırmak için günlük hayatta da kullanmışlardır. İlk yel değirmenlerinin Mısır'ın Akdeniz kıyısındaki İskenderiye kenti yakınlarında kurulduğu bilinmektedir. Türkler yel değirmenlerini M.S. 7. yüzyılda kullanmalarına rağmen Avrupalılar bu değirmenleri ilk olarak Haçlı Seferleri sırasında görmüşlerdir (Hayli, 2017: 3).

Sanayi döneminden önce kullanımda olan yel değirmenleri petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtların kullanılması sonucu terk edilmiştir. 1990'lı yıllarda çevre sorunlarının ciddi şekilde büyümesi, artan enerji talebi ve artan çevre bilinciyle yenilenebilir enerji yeniden önem kazanmıştır. Yenilenebilir enerjiye olan bu ilgi, rüzgâr enerjisi ile ilgili teknolojilerin hızla gelişmesine yol açmıştır. Uçak kanadı tasarımındaki deneyimler kullanılarak çeşitli rüzgâr türbinleri geliştirilmiştir. Rüzgâr türbinlerinin yüksekliği ve kanatların uzunluğu arttıkça üretim kapasiteleri artmıştır. Yasal düzenlemeler sayesinde rüzgâr enerjisi sürekli teşvik edilmekte ve sektör büyüleyici bir şekilde büyümektedir. Şu anda rüzgâr çiftlikleri sadece karaya değil, aynı zamanda "açık deniz" denen denizlere de kurulmaktadır (Aydın, 2013: 34-35).

Rüzgâr, güneş enerjisi dünya yüzeyini farklı seviyelerde ısıtırken meydana gelen sıcaklık, yoğunluk ve basınçtaki değişikliklerden oluşur. Havayı ısıtmak, düşük bir basınç bölgesi oluşturur ve havayı soğutmak da, yüksek basınç bölgesi oluşturur. Rüzgâr enerjisi ise fark tarafından meydana gelen ve her zaman yüksek basınç alanından düşük basınç alanına hareket eden hava akışını ifade etmektedir (Kerimoğlu, 2020: 46). Rüzgâr enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülebilmesinin en önemli aracı rüzgâr tribünleridir. Coğrafi konuma özgü olan rüzgâr, meteorolojik ve birçok sınırlamalara rağmen, temiz ve sürekli bir enerji kaynağı olduğu için sürdürülebilir kalkınma amacını gerçekleştirebilme açısından önemi çok büyüktür. Rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine çevirmek için, coğrafi konum tespiti yapmak oldukça önemlidir (Oksay, 2014: 79).

Rüzgâr bol, yerel, tükenmez ve temiz bir enerji kaynağıdır. Çevreye olumsuz etkisi yoktur. 30 yıl hizmet ömrüne sahip rüzgâr santralleri düşük işletme maliyetine sahiptir. Temiz bir enerji kaynağı olan rüzgâr sera gazı ve hava kirliliği oluşturmaz,

aksine bunların oluşumunda dolaylı olarak azalmaya neden olur (Koçaslan, 2006: 75-76).

Rüzgâr enerjisi sistemleri, rüzgârın kinetik enerjisini elektrik gibi diğer enerji biçimlerine dönüştürür. Rüzgâr enerjisi dönüşümü konseptte nispeten basit olmasına rağmen, türbin tasarımı oldukça karmaşıktır. Piyasada bulunan çoğu rüzgâr türbini, iki veya üç kanatlı bir yatay eksen konfigürasyonu, bir dişli kutusu ve jeneratör içeren bir aktarma organı ve rotoru desteklemek için bir kule kullanmaktadır. Bir rüzgâr türbini için tipik boyutlar, belirli bir rüzgâr hızı aralığında üretilen elektrikle 200-750 kW arasındadır (Bull, 2001: 1218).

Rüzgâr enerjisi kurulum aşamasında yüksek maliyet gerektirmektedir. İleri teknoloji nedeniyle kurulumdan sonraki aşamada neredeyse hiç maliyet gerektirmez ve bu yüzden de rüzgâr enerjisi maliyeti düşük olan enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Rüzgâr enerjisi teknolojilerinin geliştirilmesi ve uygulamaların yaygın kullanımı sayesinde maliyetleri daha da düşürmektedir (Aydın, 2013: 33).

Bir rüzgâr türbini, rüzgârın kinetik enerjisini kullanır. Bu sistem onu önce mekanik enerjiye, sonra elektrik enerjisine çevirir. Standart bir rüzgâr tribünü jeneratör, hız dönüştürücüler, elektro-elektronik bileşenler ve bir pervaneden oluşmaktadır. Rüzgârda meydana çıkan bu kinetik enerji rotor vasıtasıyla mekanik enerjiye dönüşmektedir. Rotor milinin dönme hareketi hızlandırılır ve gövdede bulunan jeneratöre iletilir. Jeneratörden alınan elektrik pillerle saklanır veya doğrudan alıcılara teslim edilir (Elibüyük ve Üçgül, 2014: 2).

Rüzgâr enerjisinin yaygın kullanımı, kirliliğe neden olan birincil enerji kaynaklarının kullanımını azaltır. Fosil yakıtların kullanımı azaldıkça bu yakıtların sera gazı etkisi azalır ve ozon tabakasının geri kazanımı başlar. İklim değişikliğinin ve küresel ısınmanın temel nedeni olan aynı zamanda günümüzde çok önemli bir sorun olan sera gazı etkisinden kaynaklanan asit yağmurları, alternatif bir enerji kaynağı olan rüzgâr enerjisi kullanılarak en aza indirilmektedir (Hayli, 2017: 8)

Rüzgâr gücünün bir takım avantajları ve dezavantajları vardır. Rüzgâr santrallerini kullanmanın çevreye faydaları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Babayev, 2017: 40):

- Temiz ve emisyonuz bir enerji kaynağı olduğu için sera gazlarında artışa neden olmaz. Sonuç olarak, küresel ısınmaya yol açmaz.

- Yakıt tüketimi yoktur, bu nedenle de çok düşük işletme maliyetlerine sahiptir.
- Uygun koşullarda durmaksızın çalışarak enerji elde edilebilir.
- Rüzgâr türbinleri otomatik cihazlardır. Yani 20-30 yıl çalışma kabiliyetine sahiplerdir.

Rüzgâr enerji santrallerinin avantajlarının yanı sıra bir sıra dezavantajları da bulunmaktadır. Rüzgâr santrallerinin dezavantajları ise şunlardır (Babayev, 2017: 40):

- Enerji üretimi sadece rüzgâra bağlı olduğundan, bu koşullar olmadan enerji üretilemez.
- Rüzgâr santrallerinin inşası için işletme maliyetleri düşük olsa bile yüksek işletme maliyetleri gerekir.
- Çok büyük rüzgâr türbinleri etrafta dolaşan kuşların yok olmasına yol açabilir.
- Rüzgâr türbinlerinin çalışması, yakındaki binalar için gürültü kirliliğine neden olabilir.
- Rüzgâr türbinleri elektromanyetik dalgaları engelleyerek iletişimi imkânsız hale getirebilir.

Dünyanın en fazla hidroelektrik enerjisi üreten ilk 10 ülkede üretilen hidroelektrik enerji miktarı, dünyanın hidroelektrik üretiminin %70'ini oluşturmaktadır. Dünya genelinde en çok hidroelektrik enerji üreten ülke Çin'dir ve Çin'de toplam 5327 büyük baraj vardır. İkinci sırada Brezilya yer almaktadır. Brezilya teknik potansiyelinin sadece %25'ini kullanmasına rağmen elektriğinin %83,9'u hidroelektrikten sağlanmaktadır (Yılmaz, 2018: 41).

### 1.5.2. Güneş Enerjisi

Güneş, Dünya'dan 150 milyon km uzaklıkta ve 1,4 milyon km çapında bir sıcak gaz kütesidir. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğindeki hidrojen gazının helyuma sentezi sırasında elde edilen enerjidir (Akusta, 2019: 32).

Güneş ışınları ilk olarak 1954'te Bell'in laboratuvarında Pearson Chapman ve Fuller tarafından elektrik enerjisine dönüştürülmüştür. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretmek için kollektörler ve fotovoltaiik güneş pilleri kullanılmıştır. Fotovoltaiik

güneş pilleri, güneş ışınlarından gelen enerjiyi doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren ve son 45 yıldır kullanımda olan cihazlardır (Eşmen, 2017: 39). Güneş panelleri, fotosentez yoluyla güneş enerjisini emen ve inorganikten organik maddeye dönüştüren bitkiler prensibi ile çalışır. Paneller, güneş pillerini ısıtarak çalıştıkları için bitkilerin aksine herhangi bir inorganik maddeye ihtiyaç duymazlar (Kasatov, 2019: 396).

Elektrik üretmek için güneş enerjisinin kullanılması söz konusu olduğunda, aktif ve pasif olmak üzere iki ana sistem vardır: Güneşten enerji çekmek ve doğal ışık sağlamak için aktif güneş sistemleri kullanılırken, pasif güneş sistemleri güneşe projelendirilen güneş odaları ve geniş cam yüzeyler gibi şekillerde enerji üretir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi iki şekilde yapılabilir. İlk yöntem, fotovoltaiik hücreler kullanarak güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştürmektir. İkinci yöntemde ise güneş enerjisi odaklama sistemleri ile buharlaşmayı sağlamakta ve buhar jeneratörü ile elektrik enerjisi elde edilmektedir (Demircan ve Gültekin, 2017: 38).

Güneş enerjisinin enerji kullanımı için geliştirilen çok çeşitli teknolojiler ve cihazlar arasında, güneş enerjisi ile ısı temini, elektrik üretimi, soğutma teknolojileri ve en gelişmiş olanı güneş enerjisiyle çalışan uzay santralleri yer almaktadır (Popel, 2008: 101). Güneş enerjisiyle çalışan uzay santralleri geniş alanına rağmen gelecekte en karlı üretim alanı haline gelebileceği düşünülmektedir. Yeryüzüne yakın mesafede elektriğe dönüştürülen güneş enerjisi özel cihazlarla yeryüzüne iletilir ve elektrik üretilir (Babayev, 2017: 23). Son zamanlarda güneş enerjisi bu geliştirilen teknolojiler sayesinde diğer yenilenebilir enerji kaynakları arasında rekabet gücünü daha da yükseltmiştir.

Güneş enerjisinin sayesinde yeryüzünde biyolojik yaşam devam etmekte, enerji ve malzeme akışı sağlanabilmektedir. Rüzgâr, biyokütle ve dalga enerjisi gibi diğer enerji kaynakları, güneş enerjisinin mevcudiyetinden kaynaklanmaktadır (Karademir, 2020: 81). Güneş enerjisinin faydaları şu şekilde sıralanabilir (Babayev, 2017: 24-25):

- Dışa bağımlılığın olmaması;
- Üretim ve kurulum maliyetleri hariç, ucuz bir enerji kaynağı olması;
- Tükenmez ve çevre dostu enerji kaynağı olması;
- Enerji kullanılmadığında güneş enerjisinin özel yöntemlerle depolanması;

- Hükümetler ve kuruluşlar tarafından güneş enerjisi kullanan evler veya alanlar için çevre korumaya yönelik tavizler sağlanması;
- Fazla güneş enerjisini elektrik şebekesine satma imkânı.

Güneş enerjisinin birçok avantajlarının yanı sıra, bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Güneş enerji kullanımının dezavantajları aşağıdaki hususlarla gösterilebilir (Mutlu, 2013: 41).

- En önemli dezavantajı yüksek yatırım maliyetidir. Maliyetlerde her geçen gün bir düşüş olsa da yerli üretimin yetersizliği dışa bağımlılık yaratmaktadır.
- Enerji üretiminde iklim ve mevsim koşullarına, gece ve gündüz periyotlarına bağlı olarak dalgalanmalar vardır. Sürdürülebilir üretimin olmaması, elektriğin depolanması ihtiyacını doğurmaktadır
- Verimlilik oranları diğer sistemlere göre düşüktür. Açık, yüzey ve sıcaklık farklarına göre verimlilik oranları da değişmektedir.

Güneş enerjisine gelişmekte olan pazarlarda ve Avrupa'da talep gittikçe artmaktadır. Güneş enerjisi 2018 yılında en yüksek elektrik üretimi değerlerini görmüştür ve dünya çapında en rağbet gören yenilenebilir enerji kaynaklarından biri haline gelmiştir (Karabağ, 2021: 232).

### 1.5.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer kabuğunun çeşitli katmanlarında bulunan ısı nedeniyle bu sıcaklıkta oluşan, mineraller, gazlar ve çeşitli mineraller içeren, sıcaklığı 20°C'nin üzerinde olan sıcak su ve bu sıcaklıkta oluşan buhar olarak ifade edilmektedir. Ancak teknolojik zorluklar ve yüksek maliyetler, günümüzde bu enerji kaynaklarının gerçek bir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesine izin vermemektedir. Jeotermal kaynaklardan olan termal sular, buhar-su karışımları ve kuru buhar kullanım için daha erişilebilirdir. Jeotermal enerjinin gelişimi çok önemlidir ve 70'den fazla ülkede yoğun bir şekilde yürütülmektedir. Mevcut jeotermal enerjinin kıtalar üzerindeki dağılımı çok düzensizdir ve esas olarak belirli bölgelerin yapısal-tektonik koşullarından kaynaklanmaktadır (Lukutin, 2008: 37).

Jeotermal kaynaklar, antik dönemlerden beri dünyanın çeşitli yerlerinde tıbbi ve ilkel ısıtma için kullanılmıştır. Günümüzde, elektrik üretimi ve sanayide kullanılması bu yenilenebilir kaynağını daha da önemli hale getirmiştir. Jeotermal enerji kaynaklarından ilk defa elektrik üretimi 1904 yılında İtalya'da gerçekleşmiştir (Arslan vd., 2001: 24).

Yeraltında çeşitli derinliklerde bulunan magma veya volkanik bir kaynaktan güç alan bu enerji kaynağı, yüzeyden toprağa akan suyun ısınması ve minerallerle bütünleşmesi sonucu basınçla artar. Jeotermal kaynakların oluşumunda en önemli kaynaklar, yeraltı ve yüzey sularıdır. Dolayısıyla bu kaynaklar yenilenebilir nitelik taşırlar (Koçaslan, 2006: 63).

Dünya enerji ihtiyacının %8,3'ünü karşılama potansiyeline sahip jeotermal kaynaklar, aynı zamanda yılın 365 günü ve 24 saat enerji üretme imkânı da sağlamaktadır (Akalp, 2019: 13).

Kabul edilebilir teknik ve ekonomik göstergelere sahip elektrik üretimi için, jeotermal akışkanın sıcaklığı kural olarak en az 150 °C olmalıdır, daha düşük sıcaklıklardaki (30–100 °C) tortular ise doğrudan ısıtma amaçlı uygundur. Belirli koşullar altında, 20-30 °C sıcaklığa sahip sığ termal sular, ısı pompası ısı besleme sistemlerinde düşük dereceli ısı kaynağı olarak etkin bir şekilde kullanılabilir (Popel, 2008: 104).

Jeotermal kaynakları elektrik enerjisine dönüştürmenin üç farklı yolu vardır (Manzella vd., 2019: 7-8):

**Kuru buhar santralleri:** Kuru buhar santralleri, en basit olan jeotermal enerji santralleridir ve çoğunlukla doymuş veya aşırı ısıtılmış jeotermal buharın bulunduğu bölgelerde kullanılabilir. Bu tür santraller, yüzeye ulaştıklarında buhar haline gelen jeotermal akışkanları kullanırlar. Buhar, borularla yeraltından doğrudan elektrik santraline yönlendirilir. Oraya gelen buhar, türbin aracılığıyla elektrik enerjisi üretmektedir. Doymuş veya aşırı ısıtılmış jeotermal sıvıya sahip jeotermal bölgeler dünyada çok sınırlıdır.

**Flaş buhar santralleri:** Basınç düşmesi nedeniyle yüzeye ulaşan sıvı faz, kısmen buhara dönüştürülür. Böylece sıvı faz buhardan ayrılır. Ortaya çıkan buhar, türbini içerdiği akışkanlardan ayırdıktan sonra türbini döndürmek için kullanılır ve jeneratör

sayesinde dönen bir türbinde elektrik üretir. Şimdiye kadar oluşturulan jeotermal santraller arasında en yaygın olarak kullanılan santral modeli flaşlı tür santrallerdir.

**Çift çevrim teknolojileri:** Suyun hâkim olduğu jeotermal kaynaklarda buhar, buhar-sıvı karışımı şeklinde olduğu için önce sudan ayrıştırılmalıdır ve bu işlemde sonra türbine gönderilmelidir. Bu nedenle, bu tür jeotermal akışkanlardan elektrik üretmek için ayrıştırıcı kullanılması gerekmektedir (Kıvanç, 2010: 9). Bu teknolojilerin verimlilikle alakalı bir eksi yönü vardır. Kuru ve flaş buhar santralleri için verimlilik seviyesi %12 iken, bu rakam çift çevrim teknolojiler için %10'dur.

Yenilenebilir bir yapıya sahip jeotermal enerji kaynakları çevre üzerinde birçok olumlu etkiye sahiptir. Jeotermal enerji kullanımının verimliliği aşağıdaki hususlarla gösterilebilir (Babayev, 2017: 16):

- Yenilenebilir ve tükenmeyen enerji kaynağıdır;
- Yanma teknolojisinin olmaması nedeniyle saf bir çevre dostudur;
- Çok amaçlı ısıtma uygulamaları için uygundur;
- Diğer alternatif enerji kaynaklarından daha ucuzdur;
- Yangın, patlama, zehirlenme gibi riskleri kendinde barındırmamaktadır;
- %95 verimlilik oranına sahiptir;
- Çok küçük bir alanda kullanıma uygundur;

Jeotermal enerjinin birçok avantajlarının yanı sıra, bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Jeotermal enerji kullanımının dezavantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Yapılarında çevreye zararlı kimyasallar barındırmaktadırlar.
- Hazırlık ve araştırma maliyetleri yüksektir.
- Bazı durumlarda verimsiz olabilmektedirler.

2018 yılı itibarıyla Türkiye ve Endonezya, jeotermal enerjinin faydalı kullanımlara dönüştürülmesi açısından sıralamanın ilk iki hanesinde yer alan ülkelerdir. Bu iki ülkeyi ABD, İzlanda, Yeni Zelanda, Hırvatistan, Filipinler ve Kenya izlemektedir. Kaynak rezervlerine göre ise en çok jeotermal enerji potansiyeline sahip ülkeler, Amerika Birleşik Devletleri, Endonezya, Filipinler, Türkiye, Yeni Zelanda, Meksika, İtalya, İzlanda, Kenya ve Japonya şeklinde sıralanmaktadır (Karabağ, 2021: 232).

#### 1.5.4. Dalga Enerjisi

Rüzgârlar denizin üzerinde estiği zaman meydana gelmiş olan deniz hareketlerine dalga adı verilmektedir. Dalga enerjisi, doğrudan dalgaların yüzeyinde ve altında basınç değişikliklerinin etkisiyle elde edilen bir enerji türüdür. Dünyanın çoğu yerinde rüzgâr, devamlı ve düzenli olarak estiği için, sürekli dalgalar oluşturabilmektedir. Oluşan bu dalgalar enerjiyi kıyılara kadar taşıyabilmektedirler. Deniz dalgalarının gücü hareket, yükseklik ve dalga boyuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Dalganın boyutu ise rüzgârın gücüne bağlıdır (Rosa, 2005: 653). 1970 petrol krizi ile dalga enerjisi üzerine araştırmalar artmasına rağmen, bu alanda yapılan birkaç deney başarısız olmuştur. Ancak teknolojinin gelişmesiyle birlikte zamanla bu alanda araştırma ve enerji üretimi yapılmaya başlanmıştır. Böylece dünyanın ilk ticari olarak önemli dalga gücü olan 0,5 MW kapasiteli Limpet 500, 2000 yılında Islay adasında inşa edilmiştir (Babayev, 2017: 19).

Dalga enerjisinden elektrik üretimi dalga santralleri vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Dalga santralleri çalışma prensibine göre, dalga hareketi sonucu hareket etmeye başlayan bir cismin tamamının veya bir kısmının hareketini sağlayan sistemler, dalga basıncını kullanan sistemler ve dalga basıncı sıkıştırması kullanarak hava basıncını kullanan sistemler olmak üzere 3 ana kategoriye ayrılmaktadırlar (Babayev, 2017: 20):

Yenilenebilir bir yapıya sahip dalga enerjisinin birçok avantajları vardır. Bunlar aşağıdaki gibi özetlenebilir (Alpdoğan, 2009: 17):

- Yenilenebilir bir enerji kaynağıdır ve yapısı gereği tükenmeyen bir potansiyele sahiptir.
- Dalga enerjisinin yaygın olarak kullanılması, birincil enerji kaynaklarına olan bağımlılığı düşürmektedir.
- Çevre dostu bir enerji kaynağıdır, etrafa ve çevreye zararlı değildir.
- Ekonomik açıdan istihdam yaratmakta ve işsizliğe azaltıcı etkide bulunmaktadır.

Dalga enerjisinin birçok avantajlarının yanı sıra, bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlar (Alpdoğan, 2009: 17):

- Dalga enerji santralleri kurulum aşamasında yüksek sermaye maliyetleri gerektirmektedir.
- Dalgaların büyüklüğü her zaman aynı derecede olmadığı için, bazen elektrik üretiminde aksamalara neden olabilmektedir.
- Sahil şeridine yakın yerleşen dalga enerji santralleri görünüm olarak çevreyi olumsuz etkilemektedir.

Dalga enerjisine ilişkin yapılmış olan projeler, çoğunlukla küçük ve pilot projelerdir. 2018 yılında dünyada dalga enerjisinin işletme gücünün 532 MW olduğu hesaplanmıştır. Dalga enerjisinin kaynak potansiyeli yüksek olmasına rağmen, kullanımı günümüzde çok da yaygın değildir. Dalga enerjisi teknolojilerine özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika devletleri yoğun maliye desteği ayırmaktadır (Karabağ, 2021: 233).

#### **1.5.5. Hidroelektrik Enerji**

Su, ekosistemin ayrılmaz bir parçasıdır ve canlıların yaşaması için en önemli kaynaktır. Son yıllarda dünyada nüfusun artması sebebiyle suya olan talep de şiddetli bir şekilde artmıştır.

Güneş enerjisi deniz, göl ve nehirlerdeki suyu buhara dönüştürür. Rüzgârın etkisiyle bu su buharı atmosferde yoğunlaşarak kar ve yağmur şeklinde yere düşer. Hidrolik enerji bu hareketle yenilenebilir bir enerji kaynağı görevi görür (Tanrıseven, 2018: 42).

Hidroelektrik enerji günümüzde dünya genelinde elektrik üretimi için en büyük yenilenebilir enerji kaynağıdır. Yüksek kurulum maliyetleri ve çevresel kaygılar hidroelektrik gelişimini engellemektedir. Aynı zamanda hidroelektrik santrallerinin kurulumu çok fazla alan kapsadığı için yerel halk açısından yerleştirme ile ilgili ciddi sorunlara neden olduğu bilinmektedir (Gültekin, 2019: 22).

Hidroelektrik, dünyanın en bol enerji kaynağıdır. Bu tür bir enerji bir baraj gerektirir. Barajın alt kısmında tribün ve bir jeneratör yer almaktadır (Ergün, 2020: 50). Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle sağlanan bir enerji türüdür. Suyun yukarı seviyelerden aşağı seviyelere düşmesi ile

birlikte enerji açığa çıkar ve bu enerji türbinlerin dönerek elektrik enerjisi oluşturmasını sağlar. Hidroelektrik santraller, diğer üretim türlerine kıyasla en düşük işletme maliyetine, en uzun işletme ömrüne ve en yüksek verime sahiptir (Gökdemir vd., 2012: 18). Hidroelektrik santrallerin hem avantajları hem de dezavantajları vardır. Bu santrallerin dezavantajları şunlardır: (Babayev, 2017: 14)

- Hidroelektrik santralinin yapımında akan su kesilerek bir göl oluşturulur. Bu durumda da su kirliliği kaçınılmaz hale gelmektedir;
- Hidroelektrik santrallerinin inşasının uzun zaman gerektirmesi; (en az 5 yıl)
- Bölgelerin su altında kalma olasılığı;
- Yüksek finansal kaynak gerektirmesi;
- Kritik alanların su altında kalma tehlikesi;
- Turizm gelişimi üzerindeki olumsuz etki;
- Toprak kalitesinin düşmesi, koşullu yararsız ve yararsız bölgelerin oluşturulması;

Ek olarak, Hidroelektrik santralin kurulacağı bölgeler yerleşim yerlerinden uzakta olmalıdır. Aşırı yağışların bir sonucu olarak yerleşim yerleri dökülmeden etkilenecek veya hidroelektrik santralleri depremde zarar görecektir, su tutamayacak, taşkın ve dökülmelere neden olacaktır (Erdoğan, 2020: 17).

Hidroelektrik santrallerin eksikliklerine ek olarak, avantajları da vardır. Bunlar arasında (Omarlı, 2020: 27)

- Uzun ömürlü olmaları,
- Bakım maliyetleri düşük olması,
- Yakıt maliyetinin olmaması,
- Son derece üretken olmaları yer almaktadır.

Hidroelektrik, artan elektrik talebi ve artan türbin verimliliği gibi faktörler nedeniyle elektrik üretiminde önemli ölçüde büyüyen ve özellikle Asya, Latin Amerika ve Afrika'daki gelişmekte olan pazarlarda popüler olan yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. 2018 yılında küresel hidroelektrik pazarında toplam kurulu güç 20 GW artarak 1.132 GW'a ulaşmıştır. Toplam hidroelektrik kapasitesi açısından sırasıyla ilk on ülke, dünya kapasitesinin üçte ikisini oluşturan Çin, Brezilya, Kanada, ABD, Rusya

Federasyonu, Hindistan, Norveç, Türkiye, Japonya ve Fransa'dır (Karabağ, 2021: 232-233).

#### 1.5.6. Biyokütle

Biyokütle, fotosentez yoluyla güneş enerjisini depolayan bir enerji ve bitki organizmaları kaynağıdır. Biyokütle yakıldığında, biyokütledeki kimyasal enerji ısı enerjisi olarak açığa çıkar. Biyokütle doğrudan yakılabilir veya sıvı yakıtlara veya yakıt olarak yakılabilen biyogaza dönüştürülebilir (Akdoğan, 2019: 13). Endüstriyel anlamda biyokütle, biyolojik maddelerden yakıt üretimini veya bunların diğer endüstrilerde kullanımını ifade eder. Böylece hayvansal ve bitkisel ürünler, yakıt için yetiştirilen bitkilerle lif, ısı ve kimyasallar elde etmek için kullanılmaktadır. Biyokütle enerjisinden elde edilen ısı miktarı, yanan odundan gelen ısı miktarından daha fazladır. Genel olarak, bu enerji eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Farklı biyokütle türlerinin yardımıyla elde edilen gazlara biyogaz denir. Biyokütle enerjisi, biyokütlenin yakılmasıyla elde edilen enerjidir. İçerideki karbon, karbondioksitin ( $CO_2$ ) havadaki bitkiler tarafından parçalanmasıyla elde edildiğinden, biyoyakıtlar atmosferde karbondioksit artışına neden olamaz. Bu özellik biyokütleden enerji elde edilmesinde en önemli avantajdır (Babayev, 2017: 12).

Biyodizel, biyogaz, etanol, metan, hidrojen, organik gübreler ve diğer madde ve ürünler biyokütleden çeşitli yöntemlerle elde edilmektedir. Biyoyakıtlar, çeşitli hazırlama ve dönüştürme işlemleriyle biyokütleden elde edilir. Bunlar da elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Biyokütle enerji üretiminin olumlu özellikleri şunlardır (Omarlı, 2020: 26):

- Temiz enerji kaynağıdır.
- Yüksek sıcaklık gerekli değildir.
- Düşük ısı limiti yeterlidir.
- Çevre kirliliğinde rol oynamaz.
- Sera etkisi yaratmaz.

Biyokütle enerjisinin avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Biyokütle enerji üretiminin dezavantajları aşağıdakilerdir (Kaplukan, 2014: 101):

- Biyokütlenin yanması büyük bir alan gerektirmektedir.
- Çevresel bozulmaya neden olabilir (ormanların kesilmesi vb.).
- Verimleri yüksek değildir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında biyokütle enerjisi çok büyük potansiyele sahiptir. Doğada yılda 150 milyar ton biyokütle üretilir ve bunun sadece %1'i ticari amaçlarla kullanılır (Babayev, 2017: 13). Biyokütle enerjisi, her yerde üretilebildiği için uygun ve masrafsız bir enerji kaynağı olarak görülmekte ve özellikle sosyo-ekonomik kalkınma açısından kırsal kesimde yaşayan insanlara yardımcı olmaktadır (Kızılbay, 2017: 41).

Biyokütle enerjisi, küresel yenilenebilir enerji arzına en önemli katkıyı sağlayan enerji kaynakları arasında yer almaktadır. 2017 yılı sonunda nihai dünya enerji tüketimine katkısının %12,4 olarak tahmin edildiği bildirilmektedir. Küresel ısı arzının %5'i, ulaşımın %3'ü ve elektrik arzının %2'si biyoenerji tarafından sağlanmıştır. 2018 itibariyle Çin bu alanda dünya lideridir ve ABD, Brezilya, Hindistan ve Almanya sırasıyla Çini takip eden ülkeler arasında yer almaktadır (Karabağ, 2021: 232).

## İKİNCİ BÖLÜM

### EKONOMİK BÜYÜME

#### 2.1. EKONOMİK BÜYÜME KAVRAMI

Ekonomik büyüme, ülke ekonomisindeki mal ve hizmet üretiminin belirli bir süre içinde artması olarak tanımlanmaktadır. Bu ifadede yer alan mal ve hizmet üretimindeki artış ifadesinden aşağıdaki iki durum elde edilebilmektedir (Berber, 2011: 1-2):

- Her şeyden önce ekonomide tam istihdam koşullarının hüküm sürdüğü varsayımı altında, ekonomiye yeni teknolojilerin ve üretim faktörlerinin eklenmesi ile mevcut üretim kapasitesi genişlemesi ve uzun vadede üretim artışı sağlanması.
- İkincisi, ekonomide eksik istihdam koşulları olduğu varsayımı altında, toplam talepteki artışa bağlı olarak mevcut kapasitenin artması nedeniyle üretimde artışın gerçekleştirilmesi

Diğer bir ifadeyle ekonomik büyüme, bir ülkede genellikle bir yıllık bir süre içinde üretim kapasitesinde üretilen mal ve hizmetlerin miktarındaki artıştır. Bu kavramı ölçmek için çeşitli ölçütler kullanılmaktadır. Bu ölçütler arasında en yaygın kullanılan gayri safi yurtiçi hâsıladır (GSYH) (Selvi, 2017: 37).

Ekonomik refah, bir ekonomideki refah düzeyi ve yaşam standartlarının kalitesidir. GSYH, nominal ve reel olmak üzere iki farklı şekilde tanımlanmaktadır (Fang, 2011: 5122). Nominal GSYH, belirli bir yılda bir ülkenin sınırları içinde üretilen tüm nihai mal ve hizmetlerin üretim yılındaki piyasa fiyatları üzerinden değeri olarak tanımlanmaktadır. Reel GSYH sabit fiyatlar ile hesaplanan milli gelir olarak tanımlanabilmektedir. Sabit fiyat, seçilen temel yılda oluşan mal ve hizmet fiyatları anlamına gelmektedir. Dünya çapında ekonomik büyüklük seviyesi hesaplanırken ve ülke ekonomileri arasında kıyaslama yapılırken Reel GSYH kullanılmaktadır. Bunun nedeni sabit fiyatlar kullanılarak yapılmış olan hesaplamaların o dönemdeki fiyat dalgalanmalarından etkilenmiyor olması ve sadece üretilmiş olan mal miktarına göre kıyaslama yapılmasına olanak sağlamasıdır (Acar, 2018: 26).

## 2.2. EKONOMİK BÜYÜME TÜRLERİ

Ekonomik büyümenin çeşitli türleri olsa da içlerinden en yaygın olanları dengeli ve dengesiz ekonomik büyümedir.

Dengeli büyümenin en önemli özelliği üretim ve tüketim sektörleri arasında karşılıklı bir bağıın olması ve her bir üretim çıktısı için bir pazarın bulunma zorunluluğun olmasıdır. Sektörler arası kaynak dağılımı ve sektörlerin ortaklaşa hareket etmesi çok önemlidir (Yılmaz ve Akıncı, 2012: 6).

Dengesiz büyüme, ilk defa Fransız iktisatçı F. Perroux tarafından dengeli büyümenin gerçekdışı olduğu için ortaya atılmıştır. Perroux, ekonomilerin eşitsizlik, dengesizlik ve hiyerarşi içinde olma eğiliminde olduğunu ve bunları düzeltmeye çalışmaktan ziyade bu özelliklerden yararlanmanın çok daha faydalı olacağını savunmuştur (Acar, 2008: 35)

## 2.3. EKONOMİK BÜYÜMENİN KAYNAKLARI

Uzun dönemde ekonomik büyümeyi sağlayan dört ana unsur vardır: beşeri kaynaklar, sermaye birikimi, doğal kaynaklar ve teknolojik gelişme (Yağcı, 2016: 3).

### 2.3.1. Beşeri Kaynaklar

Üretime dâhil olan kişinin sahip olduğu bilgi, tecrübe, beceri ve dinamizm gibi bir bütün olarak kişinin niteliğini vurgulayan ve beşeri sermaye olarak isimlendirilen olumlu değerlerdir. Söz konusu olan bu değerler, ekonomik büyümeyi daha olanaklı bir hale getirmeye ve teknoloji düzeyinin daha verimli kullanılmasına imkân sağlamaktadır. Beşeri sermayeye, eğitimin yanı sıra sağlık, beyin göçü ve dinamik nüfus gibi faktörler etki etmektedir (Tansel ve Güngör, 1997: 532).

Nüfus artışının iktisadi büyüme üzerinde olumlu bir etkiye sahip olması için gerekli olan, emeğin marjinal üretkenliğinin ortalama üretkenlikten daha yüksek olmasıdır. Eğer bu durum gerçekleşirse nüfus artış hızı ekonomik büyümeye katkı sağlayacaktır (Yağcı, 2016: 3).

### 2.3.2. Sermaye Birikimi

Sermaye birikimi ya da diğer ifadeyle sermaye stoku, bir üretim sektöründe üretilen toplam üretim kapasitesi olarak tanımlanabilir. Sermaye birikimi bina, donanım ve makine gibi öğeleri de içinde barındırmakta ve bu öğeler üretimin yapılabilmesi için insanlar tarafından üretilmektedir. Sermaye stoku genel olarak sağlık, Ar-Ge ve öğrenim gibi alanları kapsamaktadır ve bu yüzden de iktisadi büyümede sermaye stokunun payı oldukça büyüktür. Dolayısıyla eski dönemlerden günümüze kadar sermaye stokuna büyük önem verilmiştir (Saygılı vd., 2002: 39).

### 2.3.3. Doğal Kaynaklar

Ekonomik büyümeyi etkileyen unsurlardan biri de doğal kaynaklardır. Doğal kaynaklar, doğada var olup insan ihtiyaçlarını karşılayan kaynaklar bütünüdür. Doğal kaynaklar hava, nehirler, göller, akarsular, ormanlar, fosil ve alternatif enerji kaynakları da dâhil olmaklar tüm yeraltı ve yerüstü servetleri kapsamaktadır. Genel olarak doğal kaynaklar açısından zengin olan ülkeler ekonomik açıdan kalkınmada, doğal kaynakların eksik bulunduğu ülkelerle kıyaslamada daha avantajlıdırlar (Üzümcü, 2012: 11).

Gelişmiş ülkelerin genellikle en büyük sorunu toprak sorunudur ve bu nedenle ülkeler toprak kapasitesinden maksimum derecede verimli şekilde yararlanmaya çalışmaktadırlar. Gelişmiş ülkeler, en başta da Hollanda denize toprak doldurarak toprak rezervlerini genişletmişlerdir ve bu olaya polder (sudan kazanılmış araziler) adını vermişlerdir. Diğer bir toprak rezervi kıt olan gelişmiş ülke Japonya'dır. Tüm bu örnekler doğal kaynak rezervlerinin iktisadi büyüme açısından tek başına yeterli olmadığını, aynı zamanda da teknoloji düzeyini geliştirmenin ve Ar-Ge çalışmaları yapmanın önemini ortaya koymaktadır (Akova, 2010: 12)

### 2.3.4. Teknolojik Gelişmeler

Ekonomik büyümenin bir diğer önemli unsuru olan teknoloji düzeyi en geniş anlamda üretim süreci, ürünün kendisi, üretim ve yönetimin organizasyonu, pazarlama ve satış sonrası hizmet ile ilgili bilgi ve deneyimlerin toplamı olarak tanımlanabilir. Teknolojik gelişmenin ekonomik açıdan bir anlam ifade edebilmesi için, kâr veya zarar

etmeyi göze alacak biçimde bir firmada yenilik olarak uygulamaya koyulması gerekmektedir (Bakan, 2017: 30).

Yeniliğe yol açan teknolojik gelişmelerin kaynağı, ilgili firma açısından içsel veya dışsal olarak nitelendirilmektedir. İçsel kaynaklar, firma genelindeki çalışanların deneyimlerindeki, dışsal kaynaklar ise legal ve illegal teknoloji düzeyindeki artış olarak ifade edilmektedir (Kibritçioğlu, 1998: 5).

## **2.4 EKONOMİK BÜYÜME VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ARASINDAKİ İLİŞKİ**

Ülkelerin büyümesinde enerji üretimindeki artışlar önemli bir yere sahiptir. Enerji tüketimini karşılamak için enerji üretiminin yetersiz olduğu durumda enerji tüketimini karşılamak için enerji ithal edilmektedir. Enerjinin ithal edilmesi cari açığa neden olarak ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etki etmektedir. Günümüzde enerji, ülkeler için ekonomik faktörler arasında önemli bir girdi olarak yer almaktadır (Çınar, 2017: 41).

Enerji, insan yaşamının ve endüstriyel varoluşun temel bir unsurudur. Ekonomik, yeterli ve güvenli enerji arzı, ülke ekonomisinin gelişmesi ve modern toplumun taleplerinin sürdürülebilirliğinin sağlanması için hayati önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra enerji, ekonomik büyüme düzeyinin sürdürülebilir olması ve yükselme eğiliminde olması için gerekli olan temel bileşendir.

Ekonomik büyümenin önemli dinamikleri olarak kabul edilen Ar-Ge harcamaları, inovasyon ve yeni teknolojilerin geliştirilmesi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında kendine yer bulabilmektedir. Yenilenebilir enerji sistemleri, yüksek başlangıç maliyetleri bir yana, Ar-Ge çalışmalarına yatırım yapan ve inovasyonda çağa ayak uyduran şirketlerin pazar paylarını artırdığı bir pazar yapısı ile büyüme ve gelişme hedeflerine ulaşmasına katkı sağlamaktadır (Yapar, 2020: 48-49).

## **2.5. EKONOMİK BÜYÜME TEORİLERİ**

İktisat bir bilim olarak klasik dönemde (1776-1929) kabul edilmesine rağmen, büyüme teorileri klasik dönemden önceki döneme kadar uzanmaktadır. XV. yüzyılın

ortalarından XVIII. Yüzyılın ortalarına kadar süren merkantilizme göre, büyüme ülkenin emrinde bulunan değerli metallerle (altın, gümüş) ölçülmekteydi. Büyümeyi sağlamak için sahip olunan kıymetli maden miktarını artırmak, sanayi ve ticaret için bağlayıcı kurallar koymak, ödemeler bilançosu fazlası vermek ve uluslararası ilişkilerde ülke çıkarlarını ön plana çıkaran politikalar izlemek temel politikalar idi. XVII. Yüzyılın ikinci yarısından sonra, ticari kapitalizmin yerini endüstriyel kapitalizm almaya başlamış ve aynı dönemde merkantilist düşünce karşısında fizyokrat düşünce ön plana geçmiştir (Berber, 2011: 49-50). Ekonomik büyümenin fizyokrat modeli, bir grup Fransız tarafından başlatılan ekonomik düşünce hareketidir. Bu hareketin kurucusu François Quesnay, 1758 tarihli kitabı *Tableau Economique*'de ekonominin sistematik bir analizini yapmıştır. Fizyokratlar, Merkantilistlerden farklı olarak servetin üretimden kaynaklandığı görüşünde olmuşlardır. Onlara göre tek verimli sektör tarım olarak görülmekte ve servetlerinin artmasının temelini tarımdaki iktisadi artış oluşturmaktadır (Aksu, 2014: 355).

### **2.5.1. Klasik Büyüme Modeli**

Klasik iktisatçılardan Adam Smith, David Ricardo ve Thomas Malthus'un büyümeyle ilgili görüşleri modern ekonomik büyüme teorilerinin temelini oluşturmaktadır. Klasiklerin ekonomik büyümeye ilgili farklı yaklaşımları olsa da, genellikle büyümenin kaynağının sermaye birikimi olduğunu kabul etmişlerdir (Çiftçi, 2015: 10).

#### **2.5.1.1. Adam Smith'in büyüme modeli (1723-1790)**

A. Smith, ekonomik büyüme olgusunu araştıran önemli kişilerden biridir. 1776'da 'Milletlerin Zenginliği' isimli kitabını yayınlamıştır ve bu kitap hem ekonomi hem de liberal doktrinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Adam Smith, gelecek yüzyılda insanların düşünme ve uygulama şeklini kökten değiştirecek evrensel zenginlik ve finansal bağımsızlık için bir formül ortaya koymuştur. Kitap, altın ve gümüş birikiminin yanı sıra zenginlikle dolu yeni evren vaat etmektedir. Aynı zamanda bu yeni evreni sadece belirli tabakalara değil tüm ahali için sunmuştur. Kısacası, bu kitap bir ekonomik bağımsızlık ilanıdır (Seyidoğlu, 2003: 13-14).

Adam Smith'in klasik liberalizminin altında yatan görüşlerinden bazıları şunlardır (Seyidoğlu, 2003: 29):

- Tüm insanlar ekonomik çıkarlarına göre hareket eder. Devlet, girişimcilerin bireysel haklarını kısıtlamamalıdır. Çünkü insanlar kendi çıkarlarını gözeterek kamu yararına da hizmet etmiş olurlar.
- Ekonomik hayatta düzeni sağlayan görünmez bir el vardır, bu fiyat mekanizmasıdır.
- Devletin ekonomiye müdahale etmesine gerek yoktur.

Smith'e göre ekonomik büyümenin ana nedeni, ülkenin üretken emek için istihdam edilen çalışan nüfusedir. Smith, hem tarım hem de imalat sektörünün üretken olduğuna dikkat çekmiştir. Ancak Smith, hükümet harcamalarının verimsiz olduğunu düşünmüştür. Ekonomik büyümenin bir başka nedeni de sermaye birikimidir. Üretken emek içinde yüksek düzeyde bir çalışan nüfusa sahip olmak için sermaye birikiminin yüksek olması gerekir (Lanza, 2012: 18). Bu, ekonomik büyümenin ana nedenleri için gerekli koşulları sağlayacaktır. Ekonomik büyümenin ana nedenlerinden biri doğrudan etkisi olan artan uzmanlaşma, diğeri ise artan tasarruflar ve sermaye birikimi ile sağlanan ekonomik büyümedir. Bu uzmanlık düzeyini gösterir. Uzmanlık her daim işe yaramakta ve tüm ülkeler karşılaştırmalı avantajlardan ve bu uzmanlığın derecesine göre artan getirilerden yararlanmaktadırlar. Böylece kişi başına düşen gelir artmaktadır. İşbölümünün ve uzmanlaşmanın bir sonucu olarak, işçilerin üretkenliği artacak ve içsel ve dışsal ekonomiler yaratılarak, emekte üretkenliği artırma kuralları ön plana geçecektir. Büyüme ve gelişme dönemi sabit sermayeyi artıracak ve getiri oranı düşecektir. Sonuç olarak, sermayeye azalan getiri kuralları uygulanacaktır (Yağcı, 2016: 10).

İş bölümü ve uzmanlaşma, üretkenliği üç şekilde artırabilir (Smith, 2005: 13-15):

1. Her işçinin becerilerinin yükselmesi onun kazanabileceği miktarı arttırması anlamına gelmektedir. Öte yandan işbölümü, işçinin işini bir sürece indirgediği ve bu süreci hayatının tek mesleği haline getirdiği için zorunlu olarak işçinin niteliklerini yükseltir.

2. Tipik olarak, bir işten diğerine geçişte kaybedilen zamandan tasarruf etmenin faydaları, ilk bakışta olduğundan daha da fazladır. Bir işten diğerine geçerken araçlar değişir, kişi işi yavaş yapar, istek ve çaba azalır ve üretkenlik düşer.
3. Her bir iş için gerek duyulan bir makine vardır ve bu makinelerin kullanımının ne kadar önemli olduğu herkese malumdur. İş esnasında kullanılan bu makineler iş bölümü sonucunda ortaya çıkmıştır.

Klasik iktisatçılar ekonomik büyümeyi, sınıf yapısına dayalı kapitalist ideolojinin varsayımları üzerinden açıklamışlardır. Ekonomik süreçte işçilerden, kapitalistlerden ve toprak sahiplerinden oluşan sınıfların rolleriyle şekillenen bir ekonomik büyüme modelinden bahsedilir. Klasik iktisatçılar ekonomik büyümeyi, emeğin, sermayenin ve ekilebilir arazinin ana üretim faktörleri olduğu bir üretim işlevi varsayımıyla açıklamaya çalışırlar. A. Smith tarafından benimsenen arz büyüme modeli, basit bir üretim fonksiyonu kullanılarak aşağıdaki şekilde temsil edilebilir (Yalman, 2010: 20):

$$Y=f(L,K,T)$$

Y = gelir, L = emek, K = sermaye ve T = toprak. Üretim emek, sermaye ve toprakla alakalıdır.

#### 2.5.1.2. Ricardo'nun Büyüme Teorisi (1772-1823)

David Ricardo, Adam Smith'ten sonra klasik iktisat okulunun en önemli iktisatçılarından biridir. Ricardo ekonomik büyüme konusundaki görüşlerini doğrudan ifade etmese de, ekonomik büyüme ile ilgili fikirler ileri sürmüştür.

Ricardo genellikle Adam Smith'in görüşlerini desteklemiştir, ama en önemli farkları ekonomik büyümenin her zaman olup olmayacağıdır. Ricardo'ya göre bir ülke ekonomisinde üretim oranını arttırmanın iki farklı yolu vardır (Özgüven, 1988: 13-14):

1. Gelirin önemli bir kısmı, hem üretim hacmini hem de ürünün değerini artırarak yatırıma yönlendirilmelidir. Böylece ülkenin refah seviyesi de yükselmiş olur. Ancak bu rota başlangıçta tüketimi azaltıcı bir etkide bulunur.

2. İşgücünün verimliliğini yükseltme yoluyla üretim hacmini arttırmaktır. Ancak bu sefer aşırı talep dikkatle değerlendirilmelidir. Bu ürün fazlası fiyatları düşürücü bir etki yapacaktır.

Ricardo'nun büyüme modeli incelendiğinde; Smith'in büyüme teorisindeki boşlukları, azalan verimler yasasını modele ekleyerek kapattığı söylenebilir. Ricardo'nun teorisine göre, kâr oranı kapitalistleri tasarruf yoluyla sermaye biriktirmeye sevk etmektedir. Başlangıçta ücret oranı doğal seviyedeysse, ücret fonunun büyümesi, ücret oranını bu seviyenin üzerine çıkarmaktadır. Ancak nüfus ücretlerin seviyesine göre değişiklik gösterdiği için, daha yüksek bir ücret oranı nüfus artışını tetikleyecektir. Sabit bir ücret fonu ile nüfus artışı emek arzını artıracığından ücret oranı doğal ücret oranına düşecektir (Selvi, 2017: 41).

Ricardo, bölüşüm sorununa büyük önem vermiştir ve ekonomik sistemi anlamada bölüşüm teorisinin önemini vurgulamıştır. Ricardo'ya göre, ekonomi üretim sonucunda yaratılan ürünün üretime dâhil olan üretim faktörleri arasındaki dağılımını belirleyen yasaların ortaya çıkmasıyla ilişkilendirilmelidir. Dağıtım sorunu, Ricardo'nun ekonomik araştırmasının merkezinde yer almaktadır (Öztürk, 2010: 3-4).

Ricardo, nüfus artışının yanı sıra üretimin büyüyeceğini, dolayısıyla büyüme sürecinin başlayacağını ve bu süreçteki kârın eskisiyle kıyaslamada çok daha yüksek olacağını belirtmiştir. Artan karlardan kaynaklanan tasarruflar yatırıma yönlendirilir ve bu sayede sermaye birikiminde artım meydana çıkar. Bu durum işçi ücretlerini de etkileyeceğinden, cari ücretler de minimum geçim düzeyini aşacaktır (Aksu, 2014: 359).

### **2.5.1.3. R. Malthus'un Büyüme Görüşleri**

Malthus, doğa yasalarına ve liberal doktrine olan inanç açısından Smith ve Ricardo ile birlikte klasik ekonomi okulunun kurucularından biridir. Malthus büyüme literatürüne önemli katkılarda bulunmuştur. Malthus ekonomik büyüme-nüfus artış hızı arasındaki ilişkiyi incelemiş ve büyük bir üne sahip olan "Nüfus Teorisi" ile gıda üretimindeki büyümeyi dışsal olarak tanımlamıştır. Malthus aynı zamanda uzun vadede nüfus artış oranlarını basitçe ayarlama ihtiyacının önemini vurgulamış ve nüfus artışının gelecekte gıda kıtlığına yol açacağını belirtmiştir (Arslan, 2007: 10).

Malthus'un ücret teorisi, nüfus teorisine dayanmaktadır. Nüfus artışı ahlaki kısıtlamalarla gerektiği gibi kontrol edilmezse, gerçek ücretler asgari düzeye düşecektir. Malthus, ücret seviyesinin, ücret fonu ile işçi sayısı arasındaki mevcut olan oran olarak hesaplanacağını varsaymıştır. Ücret fonu genellikle sermayenin bir parçası olarak

görüldüğünden, nüfusun ve dolayısıyla işgücünün büyümesi, ücretleri minimum ücret olan geçim düzeyine indireceği kaçınılmazdır (Öztürk , 2010: 6).

Adam Smith ekonomik büyümeyi iş bölümü ile ilişkilendirmiştir, fakat ikisi arasındaki ilişkiye yönelik hiçbir fikir ileri sürmemiştir. Öte yandan Malthus, her ülkenin kişi başına düşen gelir açısından istikrarlı bir dengeye doğru ilerleyeceği dinamik bir büyüme sürecinin resmi bir modelini geliştirmiştir. Bu modele göre, gelir seviyesi denge durumunu aştığında ölüm oranı kademeli olarak azalacak ve doğurganlık oranı artacaktır. Gelir seviyesi dengenin altında düştüğünde ise bunun tam tersi olacaktır (Tunalı, 2016: 147).

Malthus Ricardo'nun büyüme teorisine bir dizi eklemeler yapmıştır. Bunlardan biri Ricardo'nun modelde benimsemiş olduğu değişkenlere teknolojik yenilikler ilave etmesidir. Maltusa göre teknolojik ilerlemeler ve üst düzey makineler ekonomik büyümeyi olumlu bir şekilde etkilemekte fakat bu büyümeyi sürekli yapmamaktadır. Maltus'un ekonomik büyüme ve nüfus sayısı arasındaki ileri sürdüğü fikri teknolojinin git gide gelişmekte olduğu günümüzde geçerliliğini yitirmektedir (Yalman, 2010: 24).

### 2.5.2. Keynesyen Büyüme Modeli

1929 küresel ekonomik krizi yetersiz talepten kaynaklanmış ve Say Yasası talep eksikliğini açıklamada yetersiz kalmıştır. Krize giren piyasa ekonomileri işsizlik ve durgunluk gibi iki önemli sorunla karşı karşıya kalmışlardır. Kriz karşısında hâkim olan görüş, küresel koşulların değiştiği ve ekonomistlerle politikacıların birlikte çalışması gerektiği idi. Bu nedenle, 1930'lara kadar egemenliğini sürdüren neoklasik teori, yerini Keynes'in teorisine bırakmıştır. Keynesyen Devrim iktisat literatüründe önemli bir yere sahiptir. Keynes'in 1936'da yayınlanan 'Para, İstihdam ve Genel Faiz Teorisi' adlı kitabı da ekonomide yeni bir boyut açmıştır. Aynı zamanda Keynes iktisadi düşünceye tam istihdam-eksik istihdam ve denge, devlet müdahalesinin gerekliliği, parasal analiz, makro yaklaşım gibi yenilikleri getirmiştir (Peşelioğlu, 2007: 23).

Keynesyen yaklaşım devletin ekonomiye hükümet gelirleri, hükümet harcamaları ve bütçe yolu ile müdahale etmesi gerektiğini savunmuştur. Klasiklerden farklı olarak, Keynes denk bütçeye karşı görüşte olmuştur. Klasik yaklaşımda bütçe kontrolüne önem

verilirken, Keynesyen yaklaşımda bundan farklı olarak bütçenin etkisine önem verilmiştir (Tekin ve Özçelik, 2019: 131).

Keynes'in iktisat ilminde yaratmış olduğu en büyük fark ekonomik büyüme aşamasında en büyük etkenin arz değil de talep olduğunu vurgulamasıdır. Keynes'e göre eğer ekonomide talep arttırıcı politikalara daha çok yer verilirse bu istihdam arttırıcı etki doğuracak ve iktisadi büyümeye çok büyük bir olumlu etki sağlayacaktır (Tunalı, 2016: 214).

### 2.5.2.1. Harrod-Domar Büyüme Modeli

Modern büyüme teorilerinin yapılandırılmasında ilk katkılar Roy F. Harrod ve Eusie D. Domar tarafından yapılmıştır. Roy Harrod ve Elsie Domar, ekonomik büyüme üzerine araştırmalarını aynı ekseninde yürüterek birbirinden bağımsız hareket etmişlerdir. İki farklı çalışma arasında çok fazla benzerliklere rastlanılmış ve bu yüzden de modele Harrod-Domar modeli adı verilmiştir. Modelin temel kaynağı bir malı ve iki faktörlü bir piyasa ekonomisidir. Ekonomi, hem tüketim hem de yatırım için kullanılabilecek tek bir malı üretmektedir. Ekonomide paranın olmadığı varsayılmış ve bu nedenle parasal hareketler göz ardı edilmiştir. Modelde devlet ekonomik faaliyetlerin dışında bırakılmıştır ve tüm önemli kararlar özel karar alma organları tarafından verilmektedir. Genel olarak modelde kapalı bir ekonomi ele alınmıştır. Harrod ve Domar, araştırmalarında genel olarak Keynesyen unsurlardan yararlanarak, Keynes'in kısa vadeli makroekonomik denge modelini uzun vadeye çevirmeye çalışmışlardır (Turan, 2008: 27).

Harrod, işsizlik pahasına tam bir istihdam dengesi sağlamayı amaçlayan büyüme yolları aramıştır. Domar ise sürdürülebilir tam zamanlı büyümenin nasıl sağlanacağına odaklanmıştır. Modelde yatırım, büyüme ve sürdürülebilirliğin önemli bir itici gücü olarak kabul edilmiş ve ekonomide bir denge sağlamak için tasarrufların yatırıma eşit olması gerektiği belirtilmiştir. Böylelikle, ekonominin marjinal tasarruf eğilimi ve sermaye çıktı oranı tarafından belirlenen bir oranda büyüyebileceği tahmin edilmektedir (Özgüven, 2001: 98)

Harrod-Domar modeli, tam istihdamda bir ekonomiyle ilgilenen ve nüfus artışı ve teknolojik ilerleme gibi dış değişkenlere bağlı bir teoridir. Domar, büyümeyi yatırım,

potansiyel ortalama yatırım getirisi ve yatırım değeri ile ilişkilendirmiştir (Aksu, 2014: 366). Modelin bu kısmında yatırımın gelir yükseltici tarafı dikkate alınmış ve yatırım kapasitesinin artırılması yönü hesaba katılmamıştır. Modelde yatırımların belirlenmesinin tasarruflardan tamamen bağımsız olduğu varsayılmış ve planlanan yatırımın her zaman gerçek yatırıma eşit olmasının yanı sıra fiili yapılan yatırımların ise kendine denk bir tasarruf oranı sağladığı öngörülmüştür (Yağcı, 2016: 20-21).

Harrod-Domar modelinde birbirinden farklı üç büyüme oranı kabul edilmektedir. Bunlar gerekli büyüme hızı, fiili büyüme hızı ve doğal büyüme hızıdır. Doğal büyüme hızı, çalışma gücünün daha da genişlemesinden dolayı gerçekleşen toplam üretim artışlarını açıklamakta ve işgücünün artmasına, tüketiciler ve firmaların tasarruf ve yatırım ile ilgili olan davranışlarına bağlı olmaktadır. Gerekli büyüme oranı aynı zamanda tatmin edici bir büyüme oranı olarak da adlandırılır. Bu büyüme gerçekleştiğinde herkesin memnun olacağı bir büyüme hızına ulaşıldığı anlamına gelir. Gerekli büyüme oranının farkına varmak özellikle yatırımcılar açısından önemlidir. Çünkü ekonomiye yatırım yapmayı planlayan yatırımcılar, gerekli büyüme oranları sağlandığında atıl kalma süresi veya kapasite fazlası gibi bir durumla karşılaşmazlar. Doğal büyüme oranı nüfus artışı ve teknolojik gelişmeye bağlı olarak meydana gelen büyümedir. Bir ekonomide elde edilebilecek üretim seviyesini temsil eder. Emek, sermaye, doğal kaynaklar ve teknolojik gelişmeler sonucunda belirlenir. Genişleyen işgücünün tamamının dâhil olduğu doğal büyüme, nüfus artışı ve emek üretkenliğinin toplamına eşittir (Yalman, 2010: 26).

Harrod-Domar modeli, kısa vadeli büyümeyi açıklama gücüne sahiptir ve modelin ayırt edici özelliği, uzun vadeli sorunları kısa vadeli araçlarla çözmeye çalışmasıdır. Fakat modelin en büyük dezavantajı, gelişmiş ülkelerdeki büyüme tecrübelerini açıklayamaması ve uzun vadeli bir büyüme modeli için yetersiz olmasıdır (Solow, 1956: 66). Harrod-Domar modeline ilişkin diğer eleştiriler ise modelde analizler için zor ve soyut olan kavramlar üzerinden hesaplamaların yapılması, sabit sermaye ihraç katsayısını hesaplarken, ekonomide sektörel ayırım yapılmaması, tasarruf eğiliminin ve marjinal tasarruf eğiliminin kısa ve uzun vadede eşit ve sabit olduğunu varsaymanın yanlış olması ve aynı şekilde, sermaye ihraç oranını ve marjinal sermaye ihraç oranını tek bir sabit ve eşit oran olarak görmenin yanlış olması, üretim faktörleri arasında

sadece sermaye, üretimi artıran tek faktör olarak kabul edilmesi ve emeğin ve teknolojik gelişmelerin üretime katkısı dikkate alınmamasıdır (Yağcı, 2016: 21).

### 2.5.3. Neoklasik Büyüme Teorileri

Neoklasik büyüme modelleri, ekonomik büyüme teorisinde ikinci devrim olarak adlandırılmakta ve çok önemli bir yer tutmaktadır. Neoklasik teori, nüfus artışı ve teknolojik ilerlemenin, artan tasarrufların ve artan yatırımın ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemektedir (Parasız, 2008: 141).

#### 2.5.3.1. Solow'un İktisadî Büyüme Modeli

Sermaye tasarrufu ve ekonomik büyüme Solow modelinin merkezinde ve aynı zamanda nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler, modelin dışsal değişkenleri olarak açıklayıcı konumunda yer almaktadırlar (Parasız, 2008: 143).

Solow modelinin temel varsayımları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Jones, 2001: 18-19):

- Tek sektörlü ekonomi homojen bir mal üretmekte ve tüketmektedir.
- Ekonomi dışı kapalıdır, dış ticaret yoktur.
- Teknolojik gelişmeler dışsaldır, bütün ülkeler teknolojik gelişmelerden hiçbir maliyete katlanmadan faydalanmaktadırlar.
- Ekonomi emek ve sermaye açısından azalan verimler kanununa tabidir.
- Ölçeğe göre sabit getiri söz konusudur.
- Tam rekabet ve tam istihdam koşulları geçerlidir.
- Emek ve sermayenin birbiri yerine ikamesi mümkündür.
- Faktör piyasaları kusursuz çalışmaktadır. Bir üretim faktörünü fiyatlandırırken, marjinal maliyetlerine dikkat edilmelidir.
- Yakınsama geçerlidir yani aynı tasarruf oranı, nüfus miktarı, aşınma oranı ve teknoloji düzeyine sahip olan ülkeler birbirine yakın sayılacaktır.
- Modelde tasarruf yapanlarla yatırım yapanların aynı kişiler ya da aynı gruplar olduğu kabul edilmektedir.

Solow modeli, piyasa ekonomilerinin istikrarlı olduğunu varsaymaktadır. İstikrarlı veya dengeli bir büyüme sürecine girileceği ifade edilmektedir. İstikrarlı büyüme sürecinde sermaye birikimi, nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler arasında karşılıklı bir etkileşim vardır. Nüfus artışı ve teknolojik gelişme dışsaldır ve tek yönlü bir nedensel ilişki yoluyla ekonomik büyümeyi etkilemektedir. Solow modelinde, ekonomiler kişi başına düşen sermayeden bağımsız olarak, uzun vadeli bir denge büyüme sürecine girerler (Yalman, 2010: 29).

Solow modelinde Coob-Douglas üretim fonksiyonu geçerlidir.

$$Y = f(K, L)$$

Bu denklem işçi başına düşen çıktı miktarı ve işçi başına düşen sermaye miktarının bir fonksiyonudur. Solow modelinde, sermaye ve iş gücü arasındaki oran sabit değildir. Sermaye kazançları işgücünün büyüme oranını aştığında, emek başına sermaye miktarı arttıkça daha yüksek bir verimlilik düzeyi elde edilir. Kısa vadede azalan verimler kanununun her iki üretim faktörü için de geçerli olduğu ve uzun vadede ölçeğe sürekli bir sabit getiri getirdiği varsayılmaktadır. Solow modelinde sermaye birikimi üzerinde etkili olan faktörler şunlardır (Yalman, 2010: 29).

- Yeni yatırımlar sonucunda sermayesi stokundaki artışlar
- Mevcut sermayenin aşınması ve eskimesi nedeniyle sermaye stokundaki azalışlar

Solow modelinin tasarruflar ve nüfus artışından sonra üçüncü belirleyicisi teknolojik gelişmelerdir. Uzun dönemde işçi başına çıktıyı arttırmanın yolu verimlilik artışının sağlanmasıdır. Bu amaçla emeğin etkinliğinin artırılması gerekir. Emeğin etkinliği ile ifade edilen ise sağlık, eğitim, bilgi ve beceri düzeyinin yükseltilmesidir. Bu şekilde toplam çıktı sermaye ve emeğin etkinliğine bağlı hale gelir (Aksu, 2014: 24).

Solow büyüme modelinde, nüfus ve tasarruf değişkenlerine ek olarak enerji tüketimi ekonomik büyümenin bir başka belirleyicisidir. Sanayi sektöründe ihtiyaç duyulan enerji miktarı arttıkça üretimin artacağı düşünüldüğünde, üretim artarsa hasıla da artacağı için ekonomik büyüme meydana gelmektedir. Bu yüzden Solow modeline üçüncü bir değişkeni de ilave etmek mümkündür. Dolayısıyla sermaye ve emekten

oluşmakta olan iki değişkenli üretim faktörüne enerji tüketimini de dâhil ederek  $Y=F(K,L,E)$  denklemini oluşturmak mümkündür (Kanbur, 2021: 27).

Modelde  $Y$  geliri,  $K$  sermaye,  $L$  emeği ve  $E$  enerji tüketimi anlamına gelir. Ana üretim fonksiyonunu işçi başına çıktı cinsinden göstermek için, denklemde iki taraf  $L$ 'ye bölünürse,  $Y / L = F (K / L, 1, E / L)$  formülü elde edilir. Bu durumda,  $y = Y / L$  kişi başına çıktıyı,  $k = K / L$  kişi başına sermayeyi ve  $e = E / L$  kişi başına enerji tüketimini temsil eder. Bu nedenle, ana üretim işlevi  $Y = F (K, L, E)$  ,  $y=f(k, e)$  gibi ifade edilebilmektedir (Gökce, 2007: 18-19).

#### 2.5.4. İçsel Büyüme Teorileri

Solow modeli iktisadi büyümenin nasıl ortaya çıktığını açıklama kapasitesinde değildir. Solow modelinde bulunan bu tür eksiklikler, büyümeyi tetikleyen faktörleri araştırmak için yeni bir teorinin ortaya çıkmasına olanak yaratmıştır. İçsel büyüme teorileri, 1980'lerin başından itibaren ekonomi literatüründe incelenmeye başlamıştır. Bu teoriler genel olarak ekonomik büyümeyi etkileyen teknolojik değişim, beşeri sermaye, Ar-Ge ve finansal inovasyon gibi faktörlerin sistemin dışında değil, sistem içinde değerlendirilmesinin önemini vurgulamışlardır. İçsel büyüme modelleri kapsamında birçok teori sunulmuş, fakat bunların çok az bir kısmı kabul görmüştür. Teorilerinin büyük bir ölçüde onaylananları Paul Romer, Robert Lucas ve Robert Barro'dur (Selvi, 2017: 56).

Solow modeli, sermayenin fiziksel sermayeden oluştuğunu varsaysa da, içsel büyüme teorisi, sermayenin hem fiziksel sermayeyi hem de beşeri sermaye denilen emek girdilerinin sahip olduğu bilgi, deneyim ve becerilerden oluşan sermayeyi içerdiğini varsaymaktadır (Ünsal , 2009: 616).

İçsel büyüme modelleri ile neoklasik büyüme modelleri arasındaki farklar şu şekilde özetlenebilir (Muratoğlu, 2016: 168):

- Neoklasik büyüme modellerinde, kapalı bir ekonominin standardı olan rekabetçi piyasalarda emeğin ve sermayenin marjinal verimliliğindeki düşüş, ölçeğe göre sabit getiri sağlayan teknolojik ilerlemelerin bir dış etkisidir.
- Neoklasik modelde devlet müdahalelerine yer verilmemiştir fakat içsel büyüme modellerinde devlet müdahaleleri vardır. Çünkü insan sermayesinin

oluşumunu ve işgücünün üretkenliğini artıran bazı unsurlar için devlet desteği gerekli görülmektedir.

- Neoklasik büyümede beşeri sermaye, teknolojik ilerleme ve Ar-Ge dışsal olarak tanımlanırken, içsel bir büyüme modelinde içsel olarak tanımlanmaktadır. Ekonomik büyümenin sistem içindeki değişkenlere bağlı olduğu savunulmaktadır.

#### 2.5.4.1 Lucas Modeli (Beşeri Sermaye Modeli)

Lucas dünya ekonomisini açıklamada tek bir modelin yetersiz olduğunu savunmuştur. Lucas dünyada meydana gelen büyüme ve gelir düzeylerindeki farklılıkları kapsayan bir model oluşturmak istemiştir (Demir, 2002: 3).

Lucas, modelinde yüksek düzeyde beşeri sermaye birikimine sahip ülkelerin, düşük beşeri sermaye birikimine sahip ülkelere göre daha hızlı büyüyeceğinin altını çizmiştir. Lucas'a göre, insani gelişmeye yapılan yatırım, insan sermayesi yatırımı olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca işgücünün eğitim, sağlık, beslenme ve eğitim sonucunda edindiği bilgi ve beceriler, beşeri sermayenin büyümesi ile artmaktadır. Lucas'a göre işçinin yeteneği, çalışma süresi ve işgücü artışı üretim miktarının belirleyicisidir (Parasız, 2008: 146-147). Üretimde beşeri sermayenin yeri çok önemlidir ve devlet bu konuda kendi üzerine düşen sorumlulukları üstlenmelidir. Şirketler görevlilerinin eğitimini sağlasalar bile, temel eğitimin sağlanması devletin üzerine düşmektedir (Yulek, 1997: 9-10).

Lucas ekonomik büyüme ve beşeri sermaye arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmıştır. Modele göre uzun vadeli büyüme sürecini belirlemede beşeri sermayenin fiziki sermayeden daha önemli olduğu varsayılmaktadır. Lucas modeli, beşeri sermaye birikimi olan ülkeler arasındaki büyüme ve gelir oranlarındaki farklılıkları açıklayan bir modeldir. Bu nedenle beşeri sermayeye yapılan yatırımın yarattığı vasıflı işgücü rezervleri, artan üretkenlik ve sağlığa olumlu katkılarla birlikte, bireysel faydalara ve dışsallıklara yol açar, ekonomik büyümeyi ve genel olarak sosyal refahı artırırken yoksulluğu azaltmaktadır (Yalman, 2010: 38-39).

Modelin başka bir varsayımı dış etkilerden bağımsız halde olan bir ekonomide sürdürülebilir bir kalkınma yaşanabileceğidir, yani sadece içsel gelişmeler teknolojinin

verimliliğini arttırma kapasitesine sahiptir. Ancak dışsal etkilerin var olması halinde daha geniş kapsamlı sürdürülebilir ekonomiyi tetikleyeceği için sermaye birikiminde daha fazla bir artış görülecektir (Yardımcı, 2006: 101).

Beşeri sermaye oranı hangi ülkede daha yüksekse, o ülkede yaşayan insanlar daha yüksek bir beceri düzeyine sahiptirler ve daha yüksek maaş almaktadırlar. Ülkeler arasındaki yaşam düzeyi arasındaki bu farklılıklar, fakir ülkelere zengin ülkelere bir göç doğurmakta ve bu göç nedeniyle zengin ülkeler daha da zenginleşmekte ve fakir ülkeler daha da fakirleşmektedirler (Yalman, 2010: 39).

#### **2.5.4.2. Romer (Ar-Ge) Modeli**

Romer'in öncülüğünü yaptığı ve o dönemde geliştirilen fikirler Yeni Büyüme Teorisini oluşturmuştur. Romer Ar-Ge modelini 1986 yılında ortaya koymuştur. Bu model, gelişmiş ülkeleri, içselleştirme ve teknoloji yoluyla dünyanın gerçekliğine uyum sağlayan neoklasik büyüme modelinin etkilediği durgunluktan kurtarmayı hedeflemektedir (Taban, 2010: 124).

Ar-Ge modelinin en önemli özelliği, neoklasik modelden farklı olarak üretim sürecinde kullanılacak bilginin tesadüfen değil, bilinçli bir çalışma süreci sonucunda ortaya çıkmasıdır. Araştırma merkezleri ve laboratuvarlarda Ar-Ge çalışmaları ile yeni bilgiler keşfeden firmalar, bu bilgiler sayesinde yeni ortaya çıkan ve üretilen ürünler üzerindeki patent haklarını kullanacaktır. Bu kapsamda ilk araştırma ve geliştirmeden elde edilen bilgiler diğer firmalar tarafından zamanında ve ücretsiz olarak kullanıldığı için üretimde artış ve verimlilik sağlanır. Ayrıca üretim ve üretkenlikteki artış sosyal geliri artırmakta ve sosyal gelişmeyi hızlandırmaktadır (İnce, 2006: 48-49).

Ar-Ge modelinin temelindeki patentler karı belirleyen önemli bir unsur olduğu için firmaların tekelleri bir yapıya ulaşmalarına yol açabilir. Bu durum belirli bir süre tekelleri firmanın yüksek kar ile çalışmasını sağlar. Patent sisteminin etkinliği yeni bilgi üretimini ve teknolojik gelişmeyi belirleyen unsurdur (Kanbur, 2021: 30-31).

Romer, çalışmasında kapalı bir ekonomiyi kötülemektedir. Ona göre dışa açıklık sayesinde, uluslararası ticaret yapmakla iç pazarda rekabet artacak, yerel şirketleri Ar-Ge faaliyetlerini genişletmeye mecbur kalacak, dolayısıyla yenilikçilik ve ekonomik büyüme artacaktır. Böylelikle yenilikçi politikalar teşvik edilerek ekonomik büyüme

hızlanacaktır. Öte yandan, korumacı ve ticareti kısıtlayıcı politikalar yeniliği ve dolayısıyla ekonomik büyümeyi azaltacaktır (Romer, 1994: 46-47).

Romer'in Ar-Ge modelinde ekonomik büyümeyi belirleyen ana unsur teknolojik gelişmedir ve bu modele Solow modelinin teknolojik gelişme içeren hali de denebilir. Teknolojik gelişmenin artması beraberinde sermaye birikimini de yükseltmekte ve bu da beraberinde kişi başına düşen üretim miktarına olumlu etki göstermektedir (Romer, 1990: 72) Romer'e göre ekonomide yatırım miktarı çoğaldıkça, sermaye miktarı büyümekte ve bu nedenle de bilgi üretiminde olumlu etkiler oluşmaktadır. Başka bir ifadeyle yapılan her yatırım önceki dönemlerle kıyaslamada azalan verimler kanunun yerine artan verimler kanununun geçmesine yardımcı olacaktır (Berber, 2011: 150-151).

#### **2.5.4.3. Barro Modeli: İçsel Büyüme Modelinde Kamu Harcamalarının Rolü**

Barro modelinde, kamu sektörü tarafından sağlanan mal veya hizmetler, üretim faktörlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Barro'ya göre devlet, ekonomik büyüme sürecinde vergi tahsilatından gelir elde etmektedir. Buna ek olarak, devlet harcamaları ve devlet alımları yoluyla hizmet vermektedir. Modeli basitleştirmek için, hükümetin tek gelirinin gelir vergisi olduğu ve tek giderinin kamu harcamaları olduğu ve bütçenin her zaman aynı kaldığı varsayılmıştır (İnce, 2006: 56).

Barro'ya göre devlet ekonomideki üretken sektörler için tamamlayıcı nitelikteki kamusal mallar üretmekte ve ekonominin üretim kısmı temel gücünü içsel teknolojiye almaktadır. Barro'nun diğer varsayımına göre eğitim alanındaki devletin yatırımları beşeri sermaye düzeyini yükselterek ekonomik büyümeyi desteklemekte ve Ar-Ge alanına yapılan teşviklerle bilginin üretimi ve yayılması sağlanmaktadır. Devlet harcamaları sabit oranlı gelir vergisi kapsamındadır ve hükümetin dengeli bir bütçe politikası vardır. Modelin temelinde yer alan hükümet, alacağı vergi teşviki ve sübvansiyon kararları ile özel sektörü desteklerken kendisi de yatırım faaliyetlerinde bulunarak üretimi arttırmaktadır (İnce, 2006: 58).

Kamu politikası açısından enerji politikalarının önemi de göz ardı edilmemeli, enerji politikalarının iktisadi büyümedeki rolü her zaman ön planda olmalıdır. Çünkü enerji sektörüne yapılan her bir yatırım ekonomik büyüme politikalarını da doğrudan etkilemekte ve refah düzeyini arttırmaktadır (Gökce, 2007: 27-28).

Modelde sabit bir ölçek getirisi vardır ve kullanılan üretim fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilebilir (İnce, 2006: 56):

$$y = Ak^{1-\alpha} g^{\alpha}$$

Modelde, g kamu malını ve hizmetlerine yapılan harcamaları temsil ederken, k geniş anlamda fiziksel ve beşeri sermayeyi ve özel sektör bilgisini kapsamaktadır. Denkleme göre, kişi başına GSYHa (y), kişi başına düşen sermayeye (k) ve kişi başına kamu harcamasına (g) bağlıdır. Buradaki  $\alpha$  katsayısı, özel sektöre göre kamu sektörünün etkinliğini gösteren bir katsayıdır.

Barro, kamu politikası ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğuna dikkat çekmektedir. Örneğin, hükümetler kar aramadıklarında ve ülkenin refahını iyileştirmeye çalıştıklarında büyüme üzerinde olumlu bir etki görülmektedir. Hükümetler seçim kaygısı karşısında kendi çıkarlarını ön planda tuttuklarında, ekonomik büyüme ve refah düzeyi bundan olumsuz etkilenmektedir (Yağcı, 2016: 55).

Sonuç olarak Barro ekonomiye devlet müdahalesinin ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediğini ve devlet müdahalesi ne kadar azalırsa ekonominin bu olumsuzluklardan daha az etkileneceğini savunmuştur (Yağcı, 2016: 56).

#### 2.5.4.4. Ak Modeli (Rebelo Modeli)

AK modeli Rebelo tarafından geliştirilen bir modeldir. Bu model içsel büyüme modellerinin içinde ilk ve en basit olan teoridir. Bu modelin temel özelliği teknolojinin sabit kabul edilmesidir (Selvi, 2017: 57).

Bu modelin temelinde sermaye stokundaki artışların ülkelerin ekonomik büyümelerini sağlayacağı ve bu durum gerçekleşirken sermayenin azalan verimler kanununa tabi olmayacağı varsayılmıştır (Bakan, 2017: 37).

AK modelinde kullanılan üretim fonksiyonu aşağıdaki gibidir (İnce, 2006: 45):

$$Y = AK$$

Bu üretim fonksiyonuna göre, Y = üretim miktarı, A = ekonomideki teknoloji seviyesini gösteren pozitif sabit, K = ekonominin sermaye göstergesidir. Üretim

fonksiyonunun böyle ifade edilmesi, modelin AK modeli şeklinde adlandırılmasına sebep olmuştur.

AK modelinin Solow modelinden en büyük farkı, kişi başına düşen hâsıla miktarının teknolojik ilerlemeden bağımsız bir şekilde artmasıdır. Eğer tasarruf oranı yüksek ve nüfus artış hızı düşükse, ekonomik büyüme hızı da artacaktır. Eğer tasarruf hadleri hızlanmaya devam ederse hükümet tasarrufu teşvik edecek politikalara önem verecek ve dolayısıyla ekonomik büyüme kalıcı bir şekil alacaktır (Taban, 2010: 49).

Modelin, mükemmel rekabet varsayımının ölçek getirilerindeki artışla ilişkilendirildiği alternatif bir yöntemi vardır. Bu sonucun bir parçası olarak, insanlara bilgileri için ödeme yapılmayacaktır, fakat ekonomideki diğer ekonomik faaliyetlerin bir sonucu olarak bilgi birikimi tesadüfen meydana gelirse, bilgi birikimi kaldığı yerden devam edecektir. Diğer bir deyişle, bilgi birikimi dış etkenler tarafından şekillenmeye devam edebilmektedir (Jones, 2001: 155).

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### TÜRKİYE’NİN ENERJİ POLİTİKALARI

#### 3.1. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ

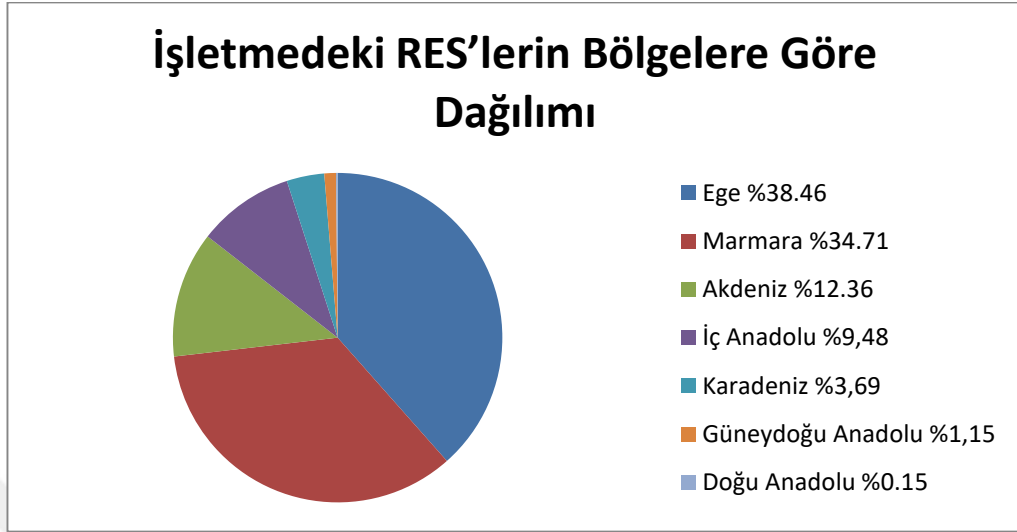
Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynakları çeşitli olmakla birlikte yüksek potansiyele sahiptir. Türkiye’de mevcut olan bu kaynaklar iyi bir devlet desteği ve politikaları ile desteklenirse, ülkemiz yakın dönemlerde dünya ülkeleri arasında bu alanda iyi bir konuma gelecektir. Aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin Türkiye’de daha da yaygınlaşması sayesinde, ülkemizin enerji alanında dışa bağımlılığını minimuma indirebileceği, hatta enerji ihraç eden ülkeler arasında yer alabileceği öngörülmektedir (Koç, 2018: 31).

Türkiye, coğrafi konumu nedeniyle Alp-Himalaya çarpışma bölgesinde yerleştiğinden dolayı zengin jeotermal enerji kaynaklarına sahiptir ve bu kaynaklar dünya jeotermal enerji kaynakları potansiyelinin yaklaşık olarak %8’ini kapsamaktadır. Aynı zamanda Türkiye yine coğrafi konumundan dolayı zengin güneş enerji potansiyeline de sahip bulunmaktadır. Hidrolik enerji açısından da Türkiye birçok ülkeye göre avantajlı durumdadır. Türkiye yüzölçümü açısından büyük bir ülkedir ve ülkemizde büyük basınç farklılıkları oluşmaktadır, bu nedenle Türkiye rüzgâr enerji potansiyeli konusunda da oldukça zengin bir ülkedir. Türkiye etrafı denizlerle çevrili olduğu için zengin dalga enerjisine de sahiptir fakat bu enerjiden elektrik üretimi henüz yaygınlaşmamıştır. Ormanlık alan konusunda da zengin bir ülke olan Türkiye aynı zamanda zengin bir biyokütle enerjisine sahip bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye zararlı olmaması ve tükenmemesi gibi sayısız avantajları olduğu için ülkemiz açısından yenilenebilir enerji kaynaklarının yeri oldukça önemlidir (Deniz, 2018: 65).

##### 3.1.1. Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi

Türkiye’de rüzgârdan elektrik üretmek çabalarına ilk olarak 1996 yılında başlanılmıştır. İlk Rüzgâr Elektrik Santrali (RES) 1998 yılında İzmir’in Çeşme ilçesinde kurulmuştur. Türkiye’de en çok rüzgârın meydana geldiği bölgelerden biri Ege

bölgesidir ve dolayısıyla en çok RES bu bölgede kurulmuştur (Aydın, 2013: 36). Şekil 3.1’de İşletmedeki RES’lerin Bölgelere Göre Dağılımı gösterilmiştir.

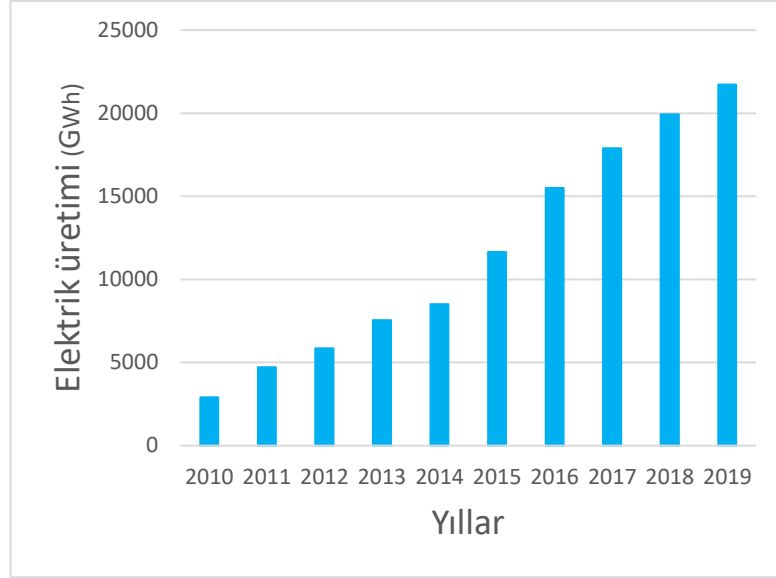


**Kaynak:** Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği İstatistik Raporu (2020)

**Şekil 3.1.** Türkiye’de İşletmede olan RES’lerin Bölgelere Göre Dağılımı

Şekilde görüldüğü gibi Türkiye’de İşletmedeki RES’lerin en çok kurulu olduğu bölge %38.46 oranla Ege bölgesidir ve ardından %34.71 oranla Marmara bölgesi gelmektedir. Rüzgâr enerji potansiyelinin en az olduğu bölgeler olan Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinde ise kurulu olan RES oranı çok düşük seviyededir.

Son zamanlarda Türkiye’de rüzgâr enerjisine yapılan yatırımlar git gide artmaktadır ve ülkenin rüzgâr enerji potansiyeli yüksek olan yerlerde RES kurumları yapılmaktadır. Şekil 3.2’de Türkiye’deki rüzgâr enerjisi santrallerinin 2010-2019 yılları arasındaki toplam yıllık elektrik enerjisi üretimi gösterilmiştir.



**Kaynak:** IRENA (<https://www.irena.org/wind>)

### **Şekil 3.2. Türkiye’deki Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin Toplam Yıllık Elektrik Enerjisi Üretimi**

Şekilde görüldüğü gibi 2010 yılında Türkiye’de rüzgar enerjisinden 2916 GWh elektrik enerjisi üretilmiştir, 2019 yılında ise bu rakam 21731 GWh’a ulaşmıştır.

#### **3.1.2. Türkiye’de Güneş Enerjisi**

Türkiye’de güneş enerji potansiyelinin elektrik üretimi açısından önemi ilk defa 1960’lı yılların başlarında değerlendirilmeye başlanılmıştır. 1970li yılların ortalarında dünya genelinde güneş enerjisi yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak önemini arttırmış ve bu konuda yapılan çalışmalar daha da yaygınlaşmıştır. Her geçen gün güneş enerjisi hem dünyada hem de Türkiye’de önemini daha da arttırmaktadır. Bu nedenle güneş enerjisi devletler tarafından sübvansiyonlarla desteklenmekte ve bu alanda yatırımcılara teşvik amaçlı politikalar izlenmektedir (Deniz, 2018: 67).

Türkiye, coğrafi konum olarak 36°-42° kuzey paralelleri arasında yer almaktadır ve bu konumu dolayısıyla dünyanın birçok ülkesine göre daha fazla güneş enerjisi almaktadır. Avrupa ülkeleriyle kıyaslamak gerekirse Türkiye güneşlenme süresine açısından Avrupa ülkelerine göre oldukça büyük bir avantaja sahip olmaktadır. Örnek olarak Türkiye yıllık ortalama 1000-1450 kWh/m<sup>2</sup> güneşlenme derecesi açısından Avrupa birliği ülkeleri arasında İspanya haricinde diğer tüm ülkelerden daha fazla güneş

enerjisi almaktadır (Ataman, 2007: 201). Şekil 3.3'de Türkiye'nin güneşlenme derecesini yansıtan harita gösterilmiştir.

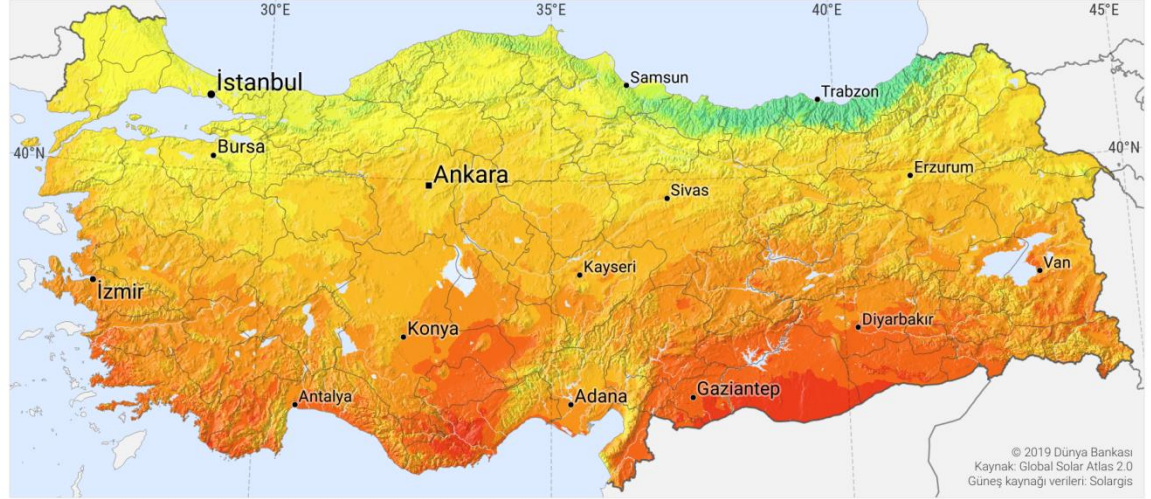
GÜNEŞ KAYNAĞI HARİTASI

## KÜRESEL YATAY İŞINIM TÜRKİYE



ESMAP

SOLARGIS



1994 (doğuda 1999) ile 2018 yılları arasındaki dönemde, uzun vadeli ortalama küresel yatay ışınlım

Günlük toplamalar:

3.4 3.8 4.2 4.6 5.0 5.4 kWh/m<sup>2</sup>

Yıllık toplamalar:

1241 1387 1534 1680 1826 1972

Bu harita, ESMAP tarafından finanse edilmiş, Solargis tarafından hazırlanmış ve Dünya Bankası Grubu tarafından yayınlanmıştır. Daha fazla bilgi ve kullanım koşulları için lütfen <http://globalsolaratlas.info> adresini ziyaret edin.

**Kaynak:** <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/turkey>

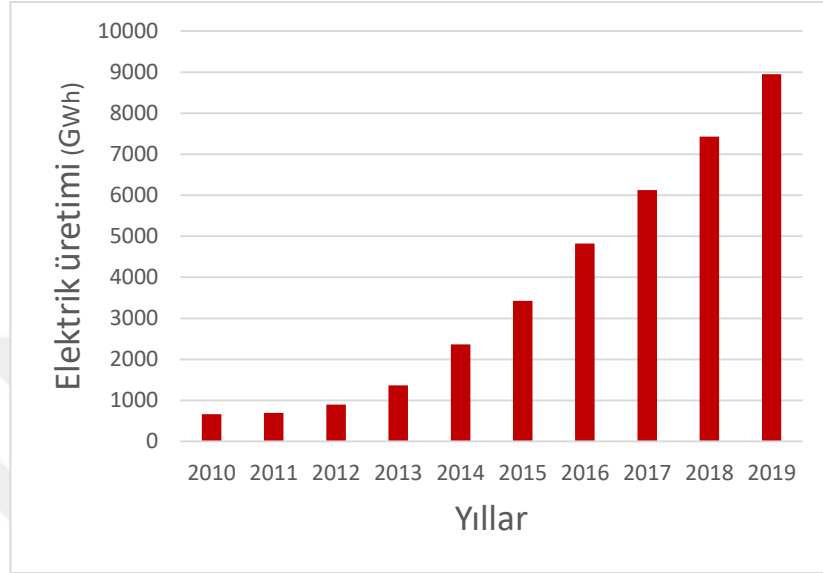
**Şekil 3.3. Türkiye’de Yatay Radyasyon**

Şekilde görüldüğü gibi, ülkemizde kuzeyden güneye doğru hareket ettikçe güneş enerjisinin potansiyeli ve verimliliği artmaktadır. Bu sebeple Türkiye’nin güney bölgeleri güneş elektrik santralleri kurulumu açısından diğer bölgeler ile kıyaslamada büyük bir avantaja sahiptir.

### 3.1.3 Türkiye’de Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji kaynakları potansiyeli açısından dünyada en zengin ülkeler sırasıyla ABD, Endonezya, Filipinler, Türkiye, Yeni Zelanda, Meksika, İtalya, İzlanda, Kenya ve Japonya’dır. Türkiye Alp-Himalaya tektonik kuşağında yer aldığı için, magmatik ve volkanik süreçler boldur. Bu nedenle Türkiye büyük jeotermal potansiyele sahiptir. Türkiye’de farklı sıcaklıklarda doğal çıkışlar şeklinde 1000’e yakın jeotermal enerji kaynağı bulunmaktadır. Ülkemizin jeotermal enerji potansiyelinin %78’i Batı

Anadolu’da, %9’u İç Anadolu’da, %7’si Marmara bölgesinde, %5’i Doğu Anadolu’da ve %1’i diğer bölgelerde yer almaktadır (Karabağ vd., 2021: 232). Şekil 3.4’de Türkiye’de 2010-2018 yılları arasında jeotermal enerjisinden elektrik üretimi potansiyeli gösterilmiştir.



**Kaynak:** IRENA (<https://www.irena.org/geothermal>)

**Şekil 3.4.** Türkiye’deki Jeotermal Enerji Santrallerinin Toplam Yıllık Elektrik Enerjisi Üretimi

Şekilde görüldüğü gibi 2010 yılında Türkiye’de jeotermal enerjiden 668 GWh elektrik enerjisi üretilmiştir, 2019 yılında ise bu rakam 8952 GWh’a ulaşmıştır.

### 3.1.4. Türkiye’de Dalga Enerjisi

Dalga enerji potansiyeli, yenilenebilir enerji pazarının en küçük segmentini temsil eden yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Bu tür enerjiye sahip projelerin çoğu küçük ölçekli ve pilot projeler olup, 2018 yılında yapılan hesaplamalara göre dalga enerjisinin dünya genelinde işletme kapasitesinin 532 MW olduğu tahmin edilmektedir. Dalga enerjisinin yüksek kaynak potansiyeline rağmen ne yazık ki kullanımı yaygın değildir (Karabağ vd., 2021: 233).

Türkiye'nin en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biri de dalga enerjisidir, çünkü Türkiye'nin 3 tarafı denizle kaplıdır. Ülkemizin yıllık dalga enerjisi potansiyeli 140 milyar kW saat olarak tahmin edilmektedir. Bu rakam Türkiye'nin yıllık toplam enerji üretiminin yaklaşık olarak yarısı demektir (Yamaç, 2016: 6).

Dalga enerjisinin kullanımı henüz Türkiye gündemine girmemiştir, Marmara Denizi açıklarında 8210 km açık deniz bulunmasına rağmen onlar için ölçüm verileri mevcut değildir. Türkiye kıyı dalga enerjisi potansiyelinin beşte birinden yararlanarak 5.18 milyar kWh dalga enerji potansiyeli sağlanabileceği tahmin edilmektedir (Yamaç, 2016: 6). Şekil 3.5’de Türkiye’nin dalga enerji potansiyeli gösterilmiştir.



**Kaynak:** <https://tr.pinterest.com/pin/859413541386064341/>

**Şekil 3.5.** Türkiye'nin Dalga Enerji Potansiyeli Haritası

Şekilde görüldüğü gibi Türkiye dalga enerji potansiyeline göre zengin bir ülkedir, fakat günümüzde dalga enerji potansiyelinden yararlanmak yüksek kurulum maliyeti gerektirdiği için ülkemiz bu enerji potansiyelinden yararlanamamaktadır.

### 3.1.5. Türkiye’de Hidrolik Enerji

Türkiye’de elektrik üretimi için diğeryenilenebilir enerji kaynaklarıyla beraber hidroelektrik güç de çok önemlidir. Türkiye’nin çok sayıda bol sulu nehirleri vardır ve bu nehirler sayesinde Türkiye çok güçlü bir hidroelektrik potansiyele sahiptir. Türkiye’de en çok elektrik üreten barajlar sırasıyla Yusufeli(558MW), Pervari(409MW), Keskin(318MW) HES’leridir. Tablo 3.1’de, Ocak 2019 sonunda güncellenen verilere göre, Türkiye’deki hidroelektrik santrallerinin gelişimine genel bir bakış sunmaktadır.

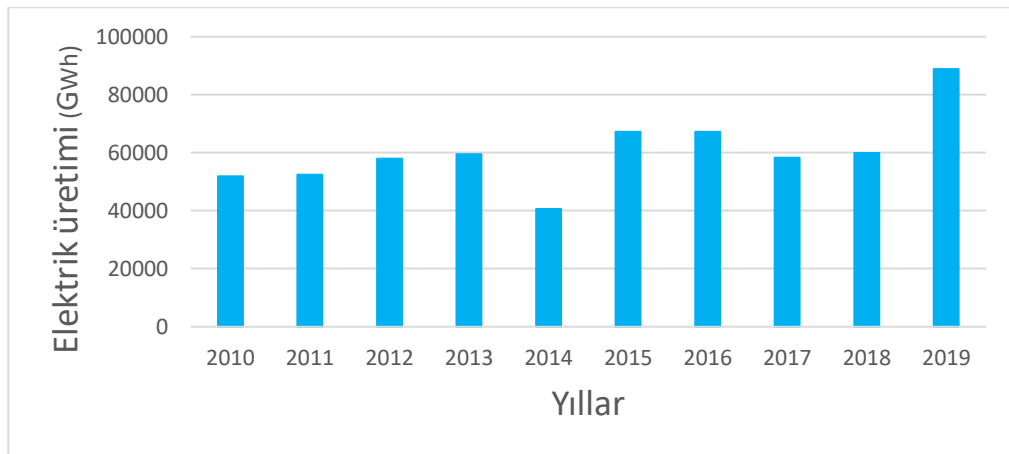
**Tablo 3.1.** Hidroelektrik Santrallerin Türkiye’deki Genel Durumu (2019 Sonu İtibarıyla).

| Yenilenebilir Enerji Tesisi Türü    | 2019 Yıl Sonu   |                                                    |                |
|-------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------|----------------|
|                                     | Kurulu Güç (MW) | Türkiye’deki toplam elektrik üretiminde katkı payı | Santral Sayısı |
| Hidroelektrik Santrali(Baraj Tipli) | 20,567.5        | 23.1                                               | 118            |
| Hidroelektrik Santrali(Nehir Tipli) | 7,783.7         | 8.8                                                | 524            |
| Hidroelektrik Santrali(Lisanssız)   | 7.6             | 0.0                                                | 11             |
| Total                               | 28,358.8        | 31.9                                               | 653            |

**Kaynak:** <https://www.midseff.com/kredi/hidroelektrik-enerjisi-projeleri?ref=hidroelektrik-enerjisi-projeleri>

Tablo 3.1’de görüldüğü gibi Türkiye genelinde 2019 yılsonu verilerine göre toplam 653 hidroelektrik santrali bulunmaktadır. Bu santrallerin toplam kurulu gücü 28,358,8 MW’dır ve Türkiye’nin yıllık enerji üretiminin %31,9 u hidroelektrik santraller tarafından sağlanmaktadır.

Hidroelektrik santraller ülke ekonomisine katkı sağlarken aynı zamanda enerji altyapısına da önemli katkılar sağlamaktadır. Türkiye hidrolik potansiyeli aktif şekilde elektrik enerjisine çeviren ülkeler arasında yer almaktadır. Şekil 3.6’da Türkiye’de 2010-2018 yılları arasında yıllık hidroelektrik enerjisi üretme kapasitesi gösterilmiştir.



**Kaynak:** IRENA (<https://www.irena.org/hydropower>)

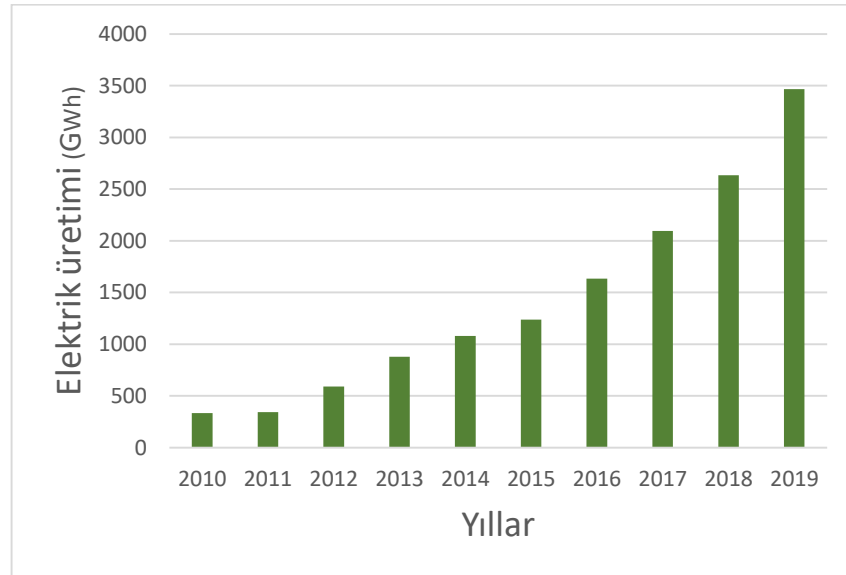
**Şekil 3.6.** Türkiye’deki Hidroelektrik Enerji Santrallerinin Toplam Yıllık Elektrik Enerjisi Üretimi

Şekilde görüldüğü gibi 2010 yılında Türkiye’de hidroelektrik enerji santrallerinde 51,795 GWh elektrik enerjisi üretilmiştir. 2010 yılından sonraki dönemler potansiyel iklim şartları nedeniyle değişiklikler gösterse de, 2019 yılının sonunda Türkiye’de hidroelektrik enerji santrallerinde 59,938 GWh elektrik enerjisi üretilmiştir.

### 3.1.6. Türkiye’de Biyokütle Enerjisi

Odun, tarım ürünleri atıkları, hayvansal atıklar, kanalizasyon arıtma tesislerinden gelen kanalizasyon çamurları en önemli biyokütle kaynaklarıdır. Kısaca organik maddelerden çeşitli yollarla elde edilen enerji biyokütle enerjisidir. Biyokütle ve biyoenerjinin, ısı, yakıt ve güç üretiminde gelecekteki küresel enerji senaryosunda hayati bir rol oynayacağı tahmin edilmektedir. Biyoenerji, birincil enerji kaynaklarının azalması ve artan çevre sorunları nedeniyle son yıllarda özel bir ilgi görmektedir (Karabağ vd., 2021: 232).

Türkiye diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında olduğu gibi biyokütle enerjisinde de zengin bir potansiyele sahiptir. Son istatistiklere göre Türkiye’de 2018 yılında üretilen belediye atığı miktarı yaklaşık 32,2 milyon tondur. (Kanat ve Ergüven, 2020: 66). Şekil 3.7’de Türkiye’de 2010-2018 yılları arasında biyokütle enerjisinden elektrik üretimi potansiyeli gösterilmiştir.



**Kaynak** IRENA (<http://www.irena.org/bioenergy>)

**Şekil 3.7.** Türkiye’de Biyoenerjiden Toplam Yıllık Elektrik Enerjisi Üretimi

Şekilde görüldüğü gibi Türkiye’de 2010 yılında biyokütleden yaklaşık 333 GWh elektrik üretimi yapılırken, 2019 yılında bu rakam 3466 GWh’a yükselmiştir.

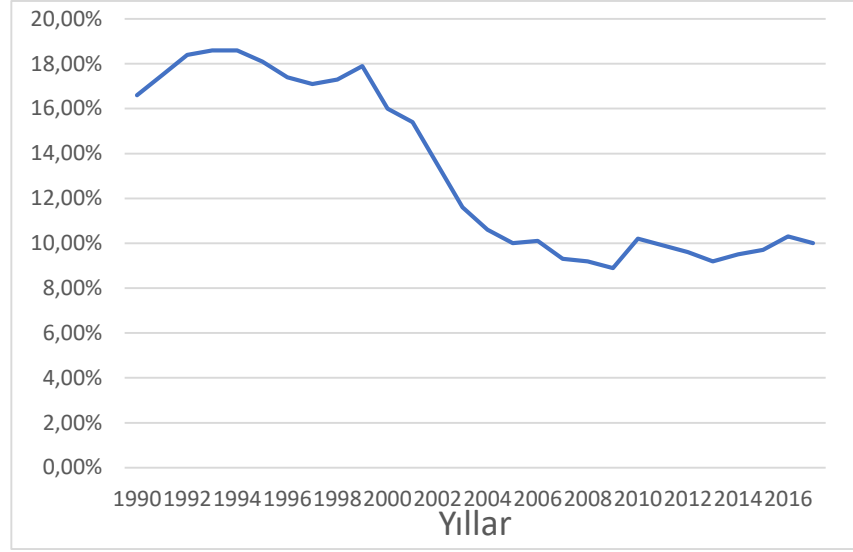
Türkiye zengin orman potansiyeline sahip bir ülkedir ve bu zenginlik ülkemizi biyoyakıt potansiyeli açısından güçlü kılmaktadır. Fakat biyoyakıt kaynaklarının kullanımlarının yaygınlaştırılması açısından istenilen sonuçlar elde edilememiştir. Öte yandan, ağırlıklı olarak hane halkının ısınma ve evsel ihtiyaçlar için kullandığı gübre ve odun gibi biyoyakıtların geleneksel tüketimi ülkemizde haddinden fazladır. Sonuç olarak, biyoyakıt kaynaklarından daha fazla fayda sağlamak için bahsedilen geleneksel kullanımlar yerine biyogaz, biyodizel, tarımsal ve belediye atıklarından elektrik üretimi gibi biyoyakıtların daha verimli bir şekilde kullanımının artırılması gerekmektedir (Bilgen vd., 2015: 228).

### **3.2. BRICS ÜLKELERİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ POTANSİYELİ**

BRIC kavramı ilk olarak 2001 yılında Goldman Sachs tarafından kullanılmıştır. Bu kavram, 2000’li yıllarda ekonomisi hızla büyüyen Brezilya, Hindistan, Rusya Federasyonu ve Çin Halk Cumhuriyeti’nin baş harflerinden oluşan bir kavramdır. 2011 yılında Güney Afrika’nın BRIC ülkelerine katılmasıyla birlikte bu kavram BRICS adı ile değiştirilmiştir. BRICS ülkeleri giderek büyüyen ekonomiler olmaları nedeniyle küresel enerji denkleminde önemli bir yer tutmaktadır. Çünkü ülkelerin kalkınmasında etkin rol oynayan faktörlerden biri olan enerji, BRICS grubu ülkelerinin de ekonomik büyümesinde etkin rol oynamaktadır (Bozma, 2018: 325)

#### **3.2.1. Güney Afrika’nın Yenilenebilir Enerji Görünümü**

Güney Afrika güç üretimi profili içerisinde, %77 oranında kömürle çalışan elektrik santralleri yer almaktadır. Dünya kömür rezervleri bakımından Güney Afrika, 35 milyar tonla ABD, Rusya Federasyonu, Çin, Avustralya ve Hindistan’dan sonra 6. sırada yer almaktadır. Kömürlü termik santrallere ek olarak, Güney Afrika’da elektrik üretimi, doğalgaz kombine çevrim santralleri, son zamanlarda artan oranlarda hidroelektrik santraller, rüzgâr enerjisi santralleri ve güneş enerjisi santralleri vasıtasıyla sağlanmaktadır (Taner, 2011: 1). Güney Afrika’da nihai enerji tüketiminde yenilenebilir pay yüzdesi Grafik 3.1’de gösterilmiştir.



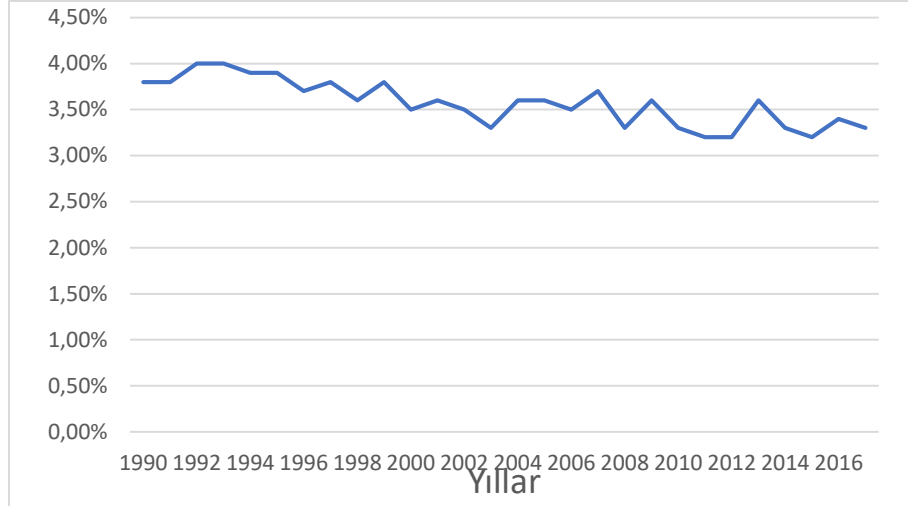
**Kaynak** <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=SOUTHAFRIC&fuel=Sustainable%20Development%20Goals&indicator=SDG72>

### **Grafik 3.1. Güney Afrika’da Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi**

Şekilde görüldüğü gibi Güney Afrika’da nihai enerji tüketiminde yenilenebilir payı 1990 yılında %16,6 iken, 2010 yılında bu oran %10a inmiştir.

### **3.2.2. Rusya’nın Yenilenebilir Enerji Görünümü**

Rusya Federasyonu, sahip olduğu zengin enerji kaynakları ve bu enerji kaynaklarının ekonomideki yeri nedeniyle dünya enerji piyasasının en önemli ülkelerinden biridir. Rusya dünyanın ikinci en büyük kömür rezervlerine ve sekizinci en büyük petrol rezervlerine sahiptir. Ayrıca Rusya en büyük doğal gaz ihracatçısı, ikinci en büyük petrol ihracatçısı ve üçüncü en büyük enerji tüketicisi konumunda yer almaktadır. Rusya, dünya doğalgaz rezervlerinin üçte birine, petrol rezervlerinin onda birine, kömür rezervlerinin beşte birine ve uranyum rezervlerinin yüzde 14’üne sahiptir (Ünal, 2011: 6). Yüzölçümü olarak dünyanın en büyük ülkesi olan Rusya aynı zamanda zengin yenilenebilir enerji kaynaklarına sahiptir. Rusya’da nihai enerji tüketiminde yenilenebilir pay yüzdesi 3,2’de gösterilmiştir.



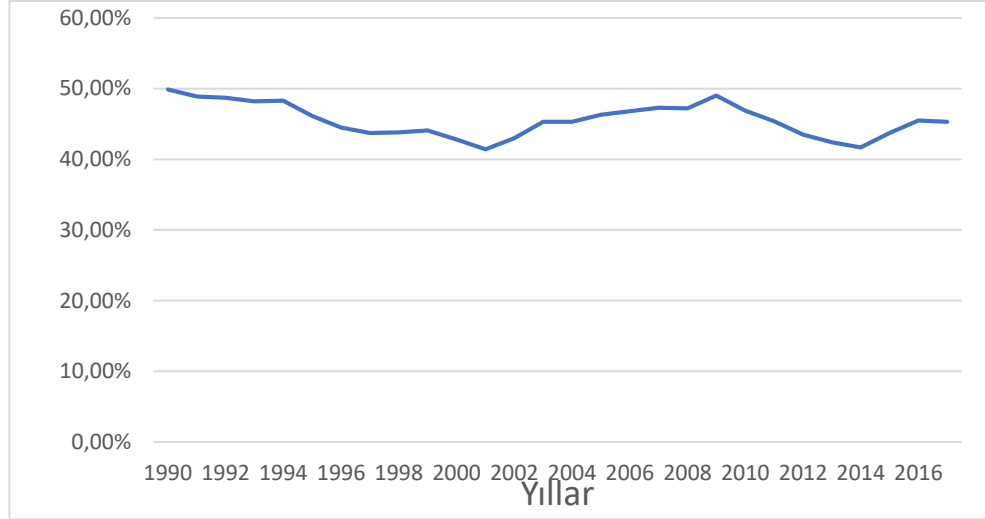
**Kaynak** <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=RUSSIA&fuel=Sustainable%20Development%20Goals&indicator=SDG72>

### **Grafik 3.2. Güney Afrika’da Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi**

Grafikte görüldüğü gibi Rusya’da nihai enerji tüketiminde yenilenebilir payı 1990 yılında %3,8 iken, 2010 yılında bu oran %3,3e inmiştir.

#### **3.2.3. Rusya’nın Yenilenebilir Enerji Görünümü**

Brezilya, yüzölçümünün büyük olması, birkaç farklı iklim bölgesine sahip olması ve coğrafi özellikleri nedeniyle zengin yenilenebilir enerji potansiyeline sahiptir. Brezilya'nın merkez bölgelerindeki kuru ve güneşli iklim, güneş enerjisi sektörünün gelişmesine, güneydoğu bölgesindeki yüksek kıyıları rüzgâr enerjisinin gelişmesine ve ülkede Amazon Nehri'nin bulunması hidroelektrik açısından avantaj sağlamaktadır. Ayrıca Brezilya, dünyadaki modern biyoenerjinin ana tüketicisi konumuna sahip bulunmaktadır (Kaya, 2020: 14). Brezilya’da nihai enerji tüketiminde yenilenebilir pay yüzdesi grafik 3.3’de gösterilmiştir.



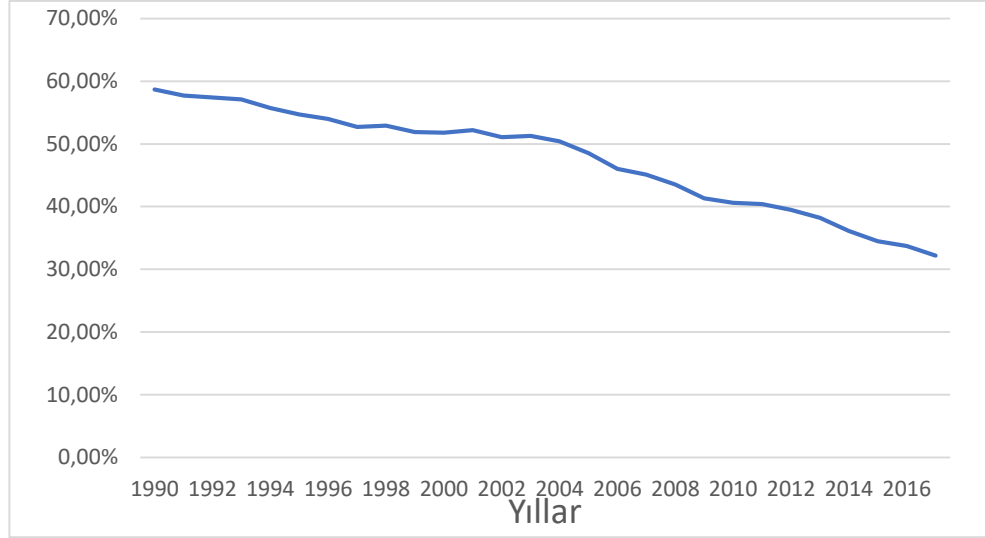
**Kaynak** <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=BRAZIL&fuel=Sustainable%20Development%20Goals&indicator=SDG72>

### **Grafik 3.3. Brezilya’da Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi**

Grafikte görüldüğü gibi Brezilya’da nihai enerji tüketiminde yenilenebilir payı 1990 yılında %49,9 iken, 2010 yılında bu oran %45,3e inmiştir.

#### **3.2.4. Hindistan’ın Yenilenebilir Enerji Görünümü**

Hindistan, elektrik ihtiyacının %18’ini güneş ve rüzgâr enerjisinden, %70’ini ise kömürden karşılamaktadır. Hindistan’ın öngörülen iddialı yenilenebilir Enerji Planı (STEPS) yatırım doğrultusunda hayata geçirilirse, 2040 yılında Hindistan’ın elektrik ihtiyacının %30’unun güneş enerjisinden karşılanması beklenmektedir (İndia Energy Outlook, 2021: 4) Hindistan’da nihai enerji tüketiminde yenilenebilir pay yüzdesi Grafik 3.4’de gösterilmiştir.



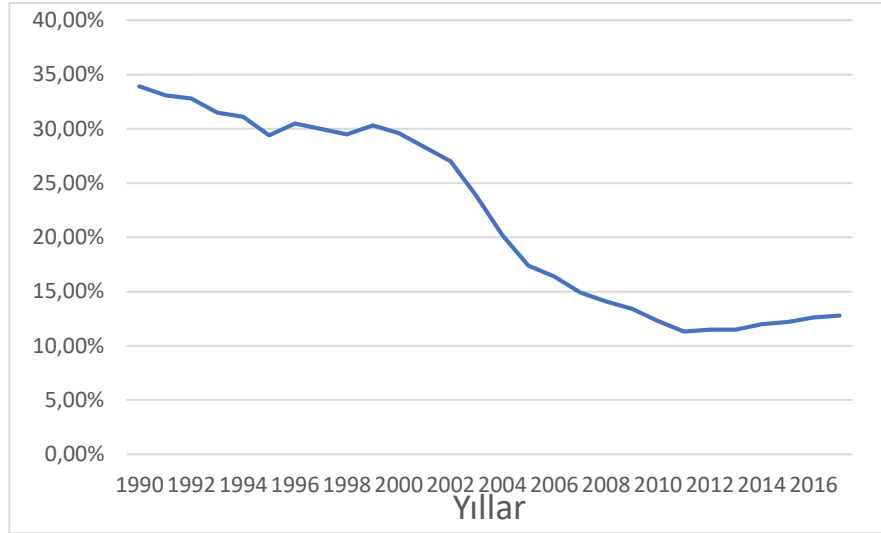
**Kaynak** <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=INDIA&fuel=Sustainable%20Development%20Goals&indicator=SDG72>

#### **Grafik 3.4. Hindistan’da Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi**

Grafikte görüldüğü gibi Brezilya’da nihai enerji tüketiminde yenilenebilir payı 1990 yılında %58,7 iken, 2010 yılında bu oran %32,2e inmiştir.

#### **3.2.5. Çin’in Yenilenebilir Enerji Görünümü**

Çin yenilenebilir enerji kullanımının en hızlı geliştiği ülkelerden biri olmasına rağmen, halen enerji tüketiminde fosil yakıtlara bağımlıdır. Son on yılda şaşırtıcı ekonomik büyüme oranlarına ulaşan Çin, dünyanın en büyük enerji tüketen ve sera gazı üreticilerinden biri haline gelmiştir. Güçlü ekonomik büyüme ve enerji tüketimi, Çin hükümetini yenilenebilir enerji teknolojilerini teşvik etmek için yeni bir enerji politikası uygulamaya sevk etmiştir. Çin, hem ulusal hem de yerel düzeyde uyguladığı sistematik politikalarla enerji ve kömür tüketiminde dışa bağımlılığı azaltmayı hedeflemektedir (Kaya, 2020: 15). Çin’de nihai enerji tüketiminde yenilenebilir pay yüzdesi Grafik 3.5’de gösterilmiştir.



**Kaynak** <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=CHINA&fuel=Sustainable%20Development%20Goals&indicator=SDG72>

### **Grafik 3.5. Çin’de Nihai Enerji Tüketiminde Yenilenebilir Pay Yüzdesi**

Grafikte görüldüğü gibi Çin’de nihai enerji tüketiminde yenilenebilir payı 1990 yılında %33,9 iken, 2010 yılında bu oran %12,8e inmiştir.

## **3.3. 2000’li YILLARDAKİ KALKINMA PLANLARINDA ENERJİ VE BÜYÜME HEDEFLERİ VE SONUÇLARI**

Son yıllarda enerji tüm dünyada en çok gereksinim duyulan bir ihtiyaç haline gelmiştir. Ülkelerin kalkınma planlarında sanayi ön plana çıkmış ve bu yüzden de enerjiye olan talep giderek artmaya başlamıştır. Türkiye enerji konusunda önemli ölçüde dışa bağımlı bir ülkedir. Ülkemiz bu gibi sorunları en aza indirmek ve ülkemizin kalkınması için ihtiyaç duyulan yabancı ve özel sektör yatırımcılarına güven aşılama için kendi kalkınma planlarını belirlemiştir. Bu çerçevede 2000-2023 kalkınma planlarında belirlenen enerji hedefleri ve sonuçları değerlendirilecektir.

### **3.3.1. Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005)**

Sekizinci beş yıllık kalkınma planı dönemi; sosyal refahın arttığı, sürekli ve sürdürülebilir büyüme oranlarının ortaya konduğu, AB’ye katılım sürecinde köklü değişiklikler ve dönüşümün uygulandığı, sanayinin ve hizmetlerin gelişiminin dengeli bir istihdam yapısına ulaştığı, dünya ile birçok noktada uyum sağlandığı ve Türkiye’nin

hem dünyada, hem de kendi coğrafi konumunda daha da güçlü, etkili ve saygın bir konumda olduğu dönemdir (Kerimoğlu, 2020: 166-167).

2001-2005 dönemini kapsayan bu planın maliye politikasının temel önceliklerinden biri, sürekli bir büyüme süreci için kamu sektörünü dengeleyerek ve uygun gelir politikalarını uygulayarak enflasyonu sabit tek haneli seviyeye indirmeye yönelik çabalara devam etmektir (DPT, 2000: 25). Ülkemizde son yıllarda devam eden bütçe açığının neden olduğu borçlanma gereğinden kaynaklanan yüksek faiz oranları, yatırımları olumsuz etkilemiştir. Devlet tarafından yapılan yatırımlarda, mevcut proje fonunun büyüklüğü, tahsis edilen kaynakların eksikliği, teknik, ekonomik ve sosyal ölçütlere ve üstünlüklere bağlılık eksikliği, büyük projelerdeki gecikmeler ciddi sorunlar arasındadır (DPT, 2000: 31). 2001-2005 dönemini kapsayan bu planın maliye politikasının temel amacı, enflasyonun Avrupa Para Birliği ölçütlerine uyumlu hale getirilmesi ve fiyat istikrarına yönelik bir çerçevede uygulanmasıdır (DPT, 2000: 29).

Doğal gaz diğer birincil enerji kaynaklarına göre daha temiz, daha ekonomik ve daha verimli olduğu için tüketimin payının artırılmasına yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bu doğrultuda bölgesel özel gaz dağıtım şirketleri kurulmuş ve dolayısıyla doğal gaz tüketiminin ülke geneline dağıtılmasının üzerinde odaklanılmıştır (DPT, 2000: 146).

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde; ekonomiye doğrudan devlet müdahalesi özelleştirme politikası çerçevesinde olabildiğince sınırlandırılırken, devlet görevlerinin yerine getirilmesinde etkinlik ve verimlilik ilkeleri gözetilmektedir. Bu, özelleştirme bölgesi dışındaki şirketlerin bağımsız olarak faaliyet gösterebilmeleri için yeniden yapılandırılmasını sağlamaktadır. Özelleştirmede sermaye, sermaye piyasalarının kullanımı yoluyla tabana dağıtılacaktır (DPT, 2000: 31).

Devam etmekte olan Makroekonomik Programın etkisi ve ekonomide yapılacak iyileştirmeler göz önüne alındığında, doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının bu dönemde artarak 2005 yılında 2,7 milyar dolara ulaşması beklenmektedir. Portföy ve diğer uzun ve kısa vadeli sermaye hareketlerinin de plan döneminde artarak 2005 yılında yaklaşık 8,8 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (DPT, 2000: 40).

Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde; Enerji sektöründe esas amaç, artan nüfusun ve kalkınmakta olan ekonominin enerji ihtiyaçlarının devamlı ve aralıksız

bir şekilde mümkün olan minimum maliyetlerle güvenli bir şekilde karşılanabilmesidir (DPT, 2000: 145).

Yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi için gerekli teşvikler ve bu üretimin yaygınlaşması için gerekli planlamalar yapılacaktır. Böylelikle birincil enerji kaynaklarının yanı sıra yenilenebilir enerji kaynaklarının da elektrik üretiminde kullanılmasıyla ülkenin elektrik enerjisi talebindeki açığı kapatılacaktır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesiyle çevre kirliliği azalacak ve gelecek nesillere daha temiz bir dünya bırakılacaktır (DPT, 2000: 152).

Elektrik santrallerin kurulu gücünün 15.392 MW'lık artışla dönem sonunda 42.783 MW'a ve santrallerin üretim kapasitesinin 234 milyar kWh'ye ulaşması öngörülmüştür. Böylece planlama dönemi sonunda sistemin kurulu güç rezervi yüzde 37, üretim kapasitesi rezervi yaklaşık yüzde 20 olacağı tahmin edilmiştir (DPT, 2000: 152).

#### **3.3.1.1. Sekizinci Kalkınma Planı Uygulama Sonuçları**

Sekizinci Kalkınma Planı döneminde, kalkınmakta olan ekonomi ve artmakta olan nüfus nedeniyle enerji tüketimi büyük bir ölçüde artış göstermiştir. Yapılan araştırmalar Türkiye genelinde 1999 yılı için 118,5 milyar kWh elektrik tüketimi olduğunu ortaya koymuştur. Bu tüketim 2005 yılına gelindiğinde ise 195 milyar kWh'a kadar çıkmıştır (Kerimoğlu, 2020: 168).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, zararlı gaz emisyonlarının azaltılması, atıkların geri dönüştürülmesi ve ekolojik dengeyi korumak için 5346 sayılı "Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanımına ilişkin Kanun" kabul edilmiştir. Hazırlığı tamamlanan Enerji Verimliliği Kanunu yasalaşmamıştır. 4628 sayılı Kanunun uygulanmasındaki eksiklikleri gidermek ve serbest piyasaya geçiş çabalarını koordine etmek ve hızlandırmak amacıyla Elektrik Sektörünün Reformu ve Özelleştirilmesi Strateji Belgesi 2004 yılında hazırlanmış ve yürürlüğe girmiştir. Bu belge kapsamında ilk olarak Elektrik Piyasası Düzenleme Kurumu oluşturulmuş ve başta arz güvenliği ile ilgili alınması gereken önlemler olmak üzere gerekli çalışmalar planlanmış, sorumlu ve ilgili kurumlar tespit edilmiştir. Başta Azerbaycan olmak üzere Hazar havzasındaki üretilen petrolün ilk önce boru hattıyla Gürcistan üzerinden

Türkiye’deki Ceyhan limanına oradan da tankerler sayesinde Dünya pazarına ulaştırmak için Bakü Tiflis Ceyhan projesi 2006 yılında tamamlanmıştır. Rusya ile Türkiye arasında imzalanan doğal gaz ticaretine ilişkin anlaşma kapsamında Samsun-Ankara hattı ile 16 milyar metreküp doğalgaz taşındığı 2003 yılında devreye alınmıştır (Kelleci, 2009: 93-94).

### **3.3.2. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013)**

2007-2013 dönemini kapsayan Dokuzuncu Kalkınma Planı dönemi değişimin çok nitelikli ve hızlı olduğu, belirsizliğin arttığı bir dönemdir ve dönemde ana amaç dengeli bir yapıda büyüme ve sosyal gelişmeyi sürdürmek ve aynı zamanda da küresel ölçekte rekabet edebilmektir. Bu hedefin bir parçası olarak ekonomik ve sosyal kalkınma için ihtiyaç duyulan enerjiyi sürekli, güvenilir ve uygun maliyetli bir şekilde sağlamak amaçlanmaktadır. Bu plan sosyal ve kültürel alanlarda uygulanacak dönüşümü bütüncül bir yaklaşımla ortaya koyan Türkiye'nin temel ekonomik siyasi belgesini içermektedir (DPT, 2006: 1). Arz güvenilirliğini sağlamak ve iyileştirmek için fosil enerji kaynaklarının dengeli bir şekilde çeşitlendirilmesi ve üretim sistemindeki yerli ve alternatif enerji kaynaklarının payının maksimum düzeyde artırılması hedeflenmektedir (Kelleci, 2009: 95).

Dokuzuncu Kalkınma Planı döneminde rekabet gücünün yükseltilmesi, kamu hizmetlerinin kalite ve verimliliğinin artırılması, bölgesel kalkınmanın sağlanması ve istihdam yaratılması gibi stratejik amaçlar yer almıştır. Aynı zamanda tematik politikalar ve üstünlükler bu eksenler içinde ele alınmış ve aynı stratejik hedefle ilişkilendirilmiştir (DPT, 2006: 2).

Dokuzuncu Kalkınma Planı döneminde yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki payını artırmak amacıyla 5346 sayılı “Yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretiminde kullanılmasına ilişkin kanun” çıkarılmıştır (DPT, 2006: 25).

Türkiye’nin mevcut jeostratejik konumunun etkin bir biçimde kullanılmasıyla enerji üreticisi ve tüketicisi ülkeler arasında transit ülke olunması, bu şekilde ülkemizin jeostratejik konumunun daha da güçlendirilmesi sağlanacaktır (DPT, 2006: 70).

### 3.3.2.1. Dokuzuncu Kalkınma Planı Uygulama Sonuçları

Elektrik arzında sağlıklı bir çeşitlilik yaratmak amacıyla, nükleer enerjinin elektrik üretim kaynağına dâhil edilmesine ve nükleer santralinin inşasına başlamadan önce atık depolama için ayrıntılı plan ve programların hazırlanmasına ve inşaat öncesinde serbest piyasaya azami saygı gösterilerek kamuoyunun bilgilendirilmesine karar verilmiştir. Son olarak, enerji üreticileri, transit ülke olarak Türkiye ile tüketici ülkeler arasındaki mevcut jeostratejik konumu iyi değerlendirdiklerinden Türkiye'nin jeostratejik konumu her geçen gün daha da güçlenecektir (Kelleci, 2009: 95).

Enerji piyasalarının serbestleştirilmesine yönelik atılan adımlar başarılı olmuş ve aynı dönemde özel sektörün kurulu elektrik payı yüzde 41,5'ten yüzde 56,6'ya ulaşmıştır. Ayrıca elektrik üretiminde özel sektörün payı yüzde 51,9'dan yüzde 62'ye yükselmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanımı için teşvikler yapılırken, bu kaynakların ana bileşenlerinin yerli üretimine destek sağlanmıştır. Önemli bir fosil yakıt olan kömürden daha fazla elektrik üretmek için ülkenin kömür sahaları özel sektöre açılmıştır (Kerimoğlu, 2020: 172).

### 3.3.3. Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2014-2018)

2014-2018 yıllarını kapsayan Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı döneminde temel olarak enerji üretimi sırasında çevreye daha az zarar verilmesi, Türkiye'nin yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin daha yaygınlaşması hedeflenmiştir. Aynı zamanda enerji üretimi sırasında verimliliği maksimuma yükseltmek için gerekli tedbir ve politikalara da yer verilmiştir (Kerimoğlu, 2020: 173).

Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Döneminde kamu elektrik üretimi tesislerinde özelleştirme politikası izlenmiş, fakat belirli tesislerde kamu tarafından elektrik üretimine devam edilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik üretme şebekesinin güvenliğine özen gösterilmiş ve gerekli yatırımlar yapılmıştır. Bu plan çerçevesinde kamu düzenleme ve denetleme politikasına önem verilmiş, rekabetçi bir piyasanın oluşumu için gerekli bir ortam yaratılmıştır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 104).

Türkiye'nin mevcut jeostratejik konumunun ülkeye verdiği avantaj ile birlikte batı ve doğu ülkeler arasında transit ülke olma yolunda planlamalar yapılmış ve Ceyhan

deniz limanının uluslararası petrol dağıtım noktası olması hedeflenmiştir. Bu kalkınma planı çerçevesinde TANAP(Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi) projesinin tamamlanması öngörülmüş ve Türkiye'nin bu proje kapsamında Avrupa'ya gaz iletiminde kilit ülke rolünü üstleneceği planlanmıştır. Aynı zamanda komşu ülkelerle elektrik ticaretinin daha da genişletilmesi enerji politikaları arasında öncelikli hedefler sırasına girmiştir (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 105).

Enerji konusunda dışa bağıllığı azaltmak ve sanayi sektörü için gerekli olan enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla yeni dalga ve jeotermal enerji kaynakları gibi diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının aranmasına yönelik yatırımlar geçmiş yıllara göre daha da arttırılmıştır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 105).

Bu planın temel amaçlarından biri de, 2011 yılı sonu itibariyle birincil enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminin yüzde 28'ini oluşturan yerli ve yabancı petrol ve doğal gaz üretimi de dâhil olmak üzere yerli kaynakların payını 2018 sonu itibariyle yüzde 35'e çıkarmaktır (Kalkınma Bakanlığı, 2013: 174).

### **3.3.3.1. Onuncu Kalkınma Planı Sonuçları**

Onuncu Kalkınma Planı döneminde Türkiye'de ortalama yıllık birincil enerji tüketimi 2014-2017 arasında yüzde 6,4 artarken, elektrik enerjisine olan talep 2014-2018 arasında yıllık ortalama yüzde 3,9 artış göstermiştir. Elektrik piyasası serbestleştirme süreci sonucunda özel sektörün elektrik enerjisi üretiminde elinde bulundurduğu pay yüzde 85'e seviyelerine ulaşmıştır. Türkiye'de 2013 yılında alternatif enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretiminin, toplam elektrik enerjisi üretimi içerisindeki payı yüzde 28,9 oranındayken, bu oran 2018 yılında yüzde 32,5 düzeylerine kadar yükselmiştir. 2017 yılında yenilenebilir enerjinin elektrik enerjisine dönüşüm teçhizatlarının Türkiye sınırları içinde üretilmesi maksadıyla kapasitesi 2.000 MW olan Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları (YEKA) projeleri tamamlanmıştır. 2018 yılında Sinop ilinde Akkuyu nükleer santralinin yapımına başlanılmış ve diğer nükleer santrallerin yapımı için projeler hazırlanmaya başlanmıştır. Enerji arz güvenliği kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve yeraltı doğal gaz depo sayısının arttırılması konusunda geliştirme projelerine devam edilmiştir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019: 20). Strateji ve Bütçe Başkanlığı

Plan döneminde Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nin (KKTC) ruhsatlı bölgeleri de dâhil olmakla birlikte, Türkiye kendi deniz alanlarında petrol ve doğalgaz arama çalışmalarına başlamıştır. Bu çalışma kapsamında Türkiye yeni sondaj ve sismik araştırma gemileri yapımını hızlandırmış ve yeni doğalgaz ve petrol yatakları arama çalışmalarını sıklıkla sürdürmeye devam etmiştir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019: 21).

Onuncu Kalkınma Planı döneminde Türkiye'ye 2018 yılında TANAP projesi kapsamında ilk doğal gaz akışı sağlanmış ve aynı yılda Eskişehir'den Türkiye-Yunanistan sınır hattı arasındaki doğal gaz boru hattının yapım aşaması tamamlanmıştır. Avrupa'ya ise 2020 yılı içerisinde doğal gaz sevkini yapılması planlanmıştır (Kerimoğlu, 2020: 176).

#### **3.3.4. On Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2019-2023)**

2019-2023 yıllarını kapsayan On Birinci Kalkınma Planı döneminde temel olarak enerjinin çeşitlendirilmesi, alternatif enerjiden elektrik üretiminin yaygınlaştırılması, sürdürülebilir kalkınma için gerekli planların yapılması hedeflenmiştir. Enerji üretimi piyasalarında rekabetçi bir ortam yaratmak, orta ve uzun dönemli enerji planlamaları yapmak Türkiye devletinin ilk hedefleri arasında yer almaktadır (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019: 118).

On Birinci Kalkınma Planı döneminde nükleer enerjiden elektrik üretimi yapılması planlanacak, yeni nükleer enerji santralleri kurmak ve bu alanda yeni çalışmalar yapılacaktır. Bu kapsamda Akkuyu Nükleer Güç Santralinin (NGS) ilk bloğunun 2023 yılında inşasının tamamlanması hedeflenmiş ve aynı yılda bu santralde elektrik üretimi yapılacağı öngörülmüştür. On Birinci Kalkınma Planı döneminde Akkuyu NGS'nin yanı sıra Türkiye'nin farklı bölgelerinde iki NGS inşası daha hedeflenmiştir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019: 119).

On Birinci Kalkınma Planı döneminde yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretme çalışmaları daha da yaygınlaşacak, bu üretimi güvenli kılmak için gerekli şebeke entegrasyonu sağlanacaktır. YEKA ve diğer benzeri kuruluşlar sayesinde alternatif enerji kaynaklarından elektrik üretimi seviyesi daha da yükseltilecektir. Artan enerji talebi nedeniyle Hidro Elektrik Santraller (HES) başta olmak üzere diğer

yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi sırasında depolama sistemleri kurulumu sağlanacaktır (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019: 119-120).

On Birinci Kalkınma Planı döneminde Türk Akım projesi için Türkiye'nin sorumlu olduğu Türk Akım Kara Kısmı-1 Doğal Gaz Boru Hattı Projesi tamamlanması planlanmaktadır. Aynı zamanda bu dönemde Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesinin geride kalan tamamlanmamış kısmı da tamamlanarak bu proje kapsamında Avrupa'ya gaz sevkini altyapısı oluşturulacaktır. Son dönemlerde enerji güvenliği sorunu güncel bir sorun haline geldiğinden dolayı bu kapsamda Siber Güvenlik Operasyon Merkezi kurulacaktır (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019: 121).

Sonuç olarak yenilenebilir enerji açısından genel bir değerlendirme yapılacak olursa, Türkiye'de yapılmış olan kalkınma planlarının tümünde yenilenebilir enerji alanında kapsamlı bir şekilde teşvik planlamaları yapılmıştır. Fakat, günümüzde yenilenebilir enerji maliyetlerinin halen daha çok yüksek olması, bu planlarda yeteri kadar efektif bir sonuca ulaşamadığını göstermektedir.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİNİN AMPİRİK ANALİZİ

#### 4.1. ENERJİ TÜKETİMİ VE EKONOMİK BÜYÜME ARASINDAKİ İLİŞKİYE YÖNELİK TEORİLER

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki literatürde 4 ana hipotez üzerinden tartışılmaktadır. Bu hipotezler; büyüme, koruma, geri besleme ve tarafsızlık hipotezleridir (Öztürk, 2010: 340-341).

- Büyüme hipotezi; enerji tüketiminin ekonomik büyümede öncü bir rol oynadığını, başka bir deyişle emek ve sermayeyi tamamladığını savunmaktadır. Büyüme hipotezi, enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir ilişkiye dayanmaktadır. Büyüme hipotezinin geçerli olduğu varsayılırken, enerji tüketimini azaltmaya yönelik politikalar ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyecektir.
- Koruma hipotezi; ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek taraflı bağımlılığa dayanmaktadır. Bu hipotez, enerji tüketimini azaltmak için alınması gereken önlemlerin büyümeyi olumsuz etkilemeyeceğini varsaymaktadır.
- Geri besleme hipotezi; enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye dayanmaktadır. Geri besleme hipotezi, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki iki taraflı nedensellik ilişkisine dayanmaktadır. Bu birbirine bağlı ilişki, enerji tasarrufu politikaları yoluyla enerji tüketimini azaltmanın ekonomik büyümeyi etkilediğini göstermektedir.
- Tarafsızlık hipotezi; değişkenler arasında nedensel bir ilişkinin olmadığını belirtmektedir. Bu, enerji tasarrufu politikaları yoluyla enerji tüketimini azaltmanın ekonomik büyümeyi etkilemediğini varsayan bir hipotezdir.

## 4.2. YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİNE YÖNELİK LİTERATÜR

Bu bölümde literatürde yenilenebilir enerji kaynakları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalara yer verilmektedir. Söz konusu çalışmalar tek ülkeli, çok ülkeli ve Türkiye özelinde olmak üzere gruplandırılmıştır.

### 4.2.1. Tek Ülkeli Çalışmalar

Çalışmanın bu kısmında, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ve son dönemlerde yapılmış olan tek ülkeli çalışmalar özetlenmiştir.

Fang (2011), çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi ve GSYH arasında bir ilişkinin olup olmadığını araştırmıştır. 1978-2008 dönemine ait Çin Halk Cumhuriyetinden alınan kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, brüt sermaye oluşumu, kişi başına Ar-Ge harcaması ve işgücü verilerini kullanarak Granger nedensellik analizi uygulamıştır. Sonuç olarak yenilenebilir enerji tüketiminin gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Tiwari (2011), çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla arasında ilişkinin olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmada Hindistan için 1960-2009 dönemine ait kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu ve kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi verileri kullanılarak yapısal VAR modeli uygulanmıştır. Yapılan çalışmanın sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminin gayri safi yurt içi hasıla üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir.

Payne (2012), çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasıla arasında ilişkinin olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmada ABD için 1949-2009 dönemine ait reel petrol fiyatları, CO<sub>2</sub> emisyonları, reel GSYH ve yenilenebilir enerji tüketimi verilerini kullanarak Toda-Yamamoto Nedensellik Testi uygulamıştır. Sonuç olarak reel GSYH, karbon emisyonları ve reel petrol fiyatları, yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde nedensel bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir.

Pao ve Fu (2013) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla Brezilya'ya ait 1980-2010 dönemleri arasındaki reel GSYH,

sermaye, emek ve farklı enerji tüketim türlerine ilişkin yıllık verileri kullanarak Johansen-Granger eşbütünleşme analizi yapmışlardır. Analiz sonucunda, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu görülmüştür.

Jebli ve Youssef (2013), çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Tunus devletinin 1980-2009 yıllarına ait bağımlı değişken olarak reel GSYH ve bağımsız değişkenler olarak ise yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi, ticaret, sermaye stoku ve işgücü verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamışlardır. Sonuç olarak reel GSYH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında kısa dönemli bir nedensellik olmamasına rağmen, reel GSYH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemli ve çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Long vd. (2015), yaptıkları çalışmada yenilenebilir enerji, karbon emisyonları ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Çin'in 1952-2012 dönemine ait kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu, emek, sermaye, kişi başına düşen birincil enerji tüketimi ve kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi verilerini Granger nedensellik yöntemini kullanarak test etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda GSYH'nin CO<sub>2</sub> emisyonu ve birincil enerji tüketimi ile çift yönlü bir ilişkisi olduğu, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde ise tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Burakov ve Freidin (2017), çalışmalarında finansal gelişme, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi belirlemek için Rusya'nın 1990-2014 yılları arasındaki kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına düşen GSYH ve finansal gelişme verilerini kullanarak Granger nedensellik testi uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda Rusya'da ekonomik büyüme ile finansal gelişme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu, yenilenebilir enerji tüketiminin ise ekonomik büyümeye veya finansal gelişmeye neden olmadığı görülmüştür.

Mele (2019), Meksika için 1990-2017 yıllarına ait reel GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, brüt sermaye ve toplam işgücü verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Çalışmada Toda ve Yamamoto yaklaşımı uygulamış ve yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik

büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç ekonomik büyüme hipotezini desteklemektedir.

Razmi vd. (2020) yapmış oldukları çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönünü tespit etmek amacıyla İran için 1990-2014 yılları arasındaki reel GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye ve emek verilerini kullanarak ARDL Modeli uygulamışlardır. Sonuç olarak, Yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümeyi etkilemediği görülmüştür.

**Tablo 4.1.** Tek Ülkeli Çalışmalara ait Literatür Özeti

| Yazar(lar)                | Ülke(ler)            | Dönem     | Yöntem                                  | Bulgular                                                                                                                             |
|---------------------------|----------------------|-----------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fang(2011)                | Çin Halk Cumhuriyeti | 1978-2008 | Granger nedensellik testi               | Yenilenebilir enerji tüketiminin gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.                          |
| Tiwari(2011)              | Hindistan            | 1960-2009 | Yapısal VAR modeli                      | Yenilenebilir enerji tüketiminin gayri safi yurt içi hasıla üzerinde etkisi olduğu tespit edilmiştir.                                |
| Payne (2012)              | ABD                  | 1949-2009 | Toda-Yamamoto Nedensellik Testi         | Reel GSYH, karbon emisyonları ve reel petrol fiyatları, yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde nedensel bir etkiye sahip değildir.   |
| Pao ve Fu(2013)           | Brezilya             | 1980-2010 | Johansen-Granger eşbütünleşme analizi   | Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu sonucuna ulaşılmıştır                            |
| Jebli ve Youssef(2013)    | Tunus                | 1980-2009 | Granger nedensellik testi               | Reel GSYH ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemli ve çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.                |
| Lin ve Moubarak (2014)    | Çin                  | 1977-2011 | ARDL ve Johansen Koentegrasyon testleri | Uzun dönemde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. |
| Long vd. (2015)           | Çin Halk Cumhuriyeti | 1952-2012 | Granger nedensellik testi               | Ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.            |
| Burakov ve Freidin (2017) | Rusya                | 1990-2014 | Granger nedensellik testi               | Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye neden olmadığı tespit edilmiştir.                                                 |
| Mele (2019)               | Meksika              | 1990-2017 | Toda-Yamamoto Nedensellik Testi         | Yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.                |
| Razmi vd. (2020)          | İran                 | 1990-2014 | ARDL Modeli                             | Yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyümeyi etkilememektedir.                                                                   |

Tek ülke üzerine yapılmış olan çalışmalar arasında fikir birliği söylenebilir. Bu farklı sonuçların nedeni yapılmış olan her çalışmada farklı ülke ve yöntemlerin ele alınmasıdır.

#### 4.2.2. Çok Ülkeli Çalışmalar

Çalışmanın bu kısmında, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ve son dönemlerde yapılmış olan çok ülkeli çalışmalar özetlenmiştir.

Menegaki (2011), çalışmasında yenilenebilir enerji tüketimi ve kişi başına düşen reel GSYH arasında bir ilişkinin olup olmadığını araştırmıştır. Çalışmada 1997-2007 dönemine ait 27 Avrupa ülkesinden alınan kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu, nihai enerji tüketimi ve işgücü oranı verileri kullanılarak tek yönlü panel tesadüfi etkiler modeli ve panel nedensellik testleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.

Salim ve Rafiq (2012), çalışmalarında gayri safi yurt içi hasıla ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında ilişkinin olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmada 1980-2006 yılları dönemine ait 6 büyük gelişmekte olan ülkeden alınan kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonu ve reel petrol fiyatı verileri kullanılarak değişkenler arasında ilişki ARDL Analiz yöntemi ile test edilmiştir. Çalışma sonucunda GSYH ile yenilenebilir enerji arasında kısa vadede karşılıklı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir.

Sebri ve Ben-Salkha (2014) çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla 1971-2010 yılları arasındaki reel GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonları ve ticari açıklık endeksi verilerini kullanarak BRICS ülkelerinde ARDL Sınır Testi ve VECM Granger Nedensellik Testi uygulamışlardır. Sonuç olarak, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Özşahin vd. (2016), yapmış oldukları çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik gelişme arasındaki ilişkiyi görmek amacıyla, BRICS ülkeleri ve Türkiye için 2000-2013 dönemine ait 2005 yılı sabit dolar fiyatlarıyla reel GSYH serisi, yenilenebilir

enerji tüketimi için OECD Yenilenebilir Enerji İstatistikleri, sabit sermaye oluşumu ve toplam işgücü verilerini kullanarak panel-ARDL tekniği ile analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında uzun dönem için pozitif yönlü bir ilişki olduğunu göstermiştir.

Neuhaus (2016), yaptığı çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Sahra altı Afrika ülkelerinin (23 ülke) 1990-2011 dönemine ait reel GSYH (bağımlı değişken), yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye ve emek verilerini Panel eşbütünleşme ve Granger Nedensellik yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Bu çalışmanın bulguları, GSYH ile yenilenebilir enerji tüketimi, brüt sabit sermaye oluşumu ve emek arasında uzun dönemli bir denge ilişkisi olduğunu göstermektedir. Son olarak, Granger Nedensellik testlerinin sonuçları koruma hipotezini desteklemektedir. Spesifik olarak bulgular Sahra altı Afrika ülkelerinde GSYH'nin yenilenebilir enerji tüketimine neden olduğunu göstermektedir.

Šimelytė ve Dudzevičiūtė (2017), yaptıkları çalışmada yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 106 ülkenin 1971–2011 yılları arasındaki kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonları, kişi başına düşen GSYH, işgücü ve emek verilerini kullanarak Toda-Yamamoto ve ARDL sınır testi yaklaşımı uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda 106 ülkenin 94'ünde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kızılbay (2017), reel GSYH ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla BRICS-T ülkeleri için 1990-2006 dönemine ait yıllık yenilenebilir enerji tüketimi, gayri safi sabit sermaye yatırımları ve toplam işgücü ile reel GSYH verilerini Pedroni Eşbütünleşme, FMOLS ve Engle Granger Nedensellik yöntemlerini kullanarak analiz etmiştir. Sonuç olarak, BRICS-T ülkelerinde, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi arasında uzun vadede çift yönlü bir nedensel ilişkinin olduğu görülmüştür.

Tsaurai ve Ngcobo (2019), yapmış oldukları çalışmada yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika (BRICS) ülkelerinin 1994-2015 dönemine ait kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, ticari açıklık ve

finansal gelişme oranı verilerini Panel veri analizi (FMOLS, POLS, sabit etkiler) kullanarak test etmişlerdir. Çalışmanın sonucunda yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğuna ulaşılmıştır.

Gültekin (2019), güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, kişi başına düşen enerji tüketimi, kişi başına düşen GSYH, genel hükümet nihai tüketim harcamaları ve hükümet etkinliği arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 14 OECD ülkesinin 2000-2015 dönemlerine ait yıllık verilerini kullanarak panel veri analizi yöntemini uygulamıştır. Sonuç olarak ekonomik büyüme ve rüzgâr enerjisi arasındaki ilişkinin Avustralya ve Birleşik Krallık için koruma hipotezini, Almanya için büyüme hipotezini, Türkiye ve Hollanda için geribildirim hipotezini desteklediği tespit edilmiştir.

Zeren (2019), çalışmasında enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi araştırmak amacıyla Türkiye de dahil olmak üzere 20 ülke için 1990-2016 dönemlerine ait verileri kullanarak panel veri modeli ile analiz etmiştir. Sonuç olarak, enerji tüketimi ile GSYH arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür.

Akdoğan (2019), çalışmasında finansal gelişme ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında bir ilişkinin olup olmadığını araştırmıştır. 2007-2017 dönemlerine ait seçilmiş G20 ülkelerinden alınan kişi başına GSYH, sermaye ve kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi verileri kullanılarak Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme, Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik ve Havuzlanmış Regresyon yöntemleri ile test edilmiştir. Sonuç olarak, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonları arasında uzun vadeli ve pozitif tek yönlü bir nedensel ilişki bulunmuştur.

Yapar (2020), yenilenebilir enerji kullanımının iktisadi büyüme üzerinde bir etkisinin olup olmadığını incelemek amacıyla, Türkiye de dahil 67 gelişmekte olan ülkenin 1995-2014 yılları arasındaki kişi başına düşen reel GSYH, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına düşen fosil bazlı enerji kullanımı ve CO<sub>2</sub> emisyonu yıllık verilerini kullanarak Dinamik Panel ve GMM analizlerini uygulamıştır. Sonuç olarak açıklayıcı değişkenlerin kişi başı gelir üzerindeki etkileri beklenildiği gibi pozitif çıkmıştır.

Kerimoğlu (2020), yenilenebilir enerji tüketimi ve kişi başı gayri safi yurtiçi hasıla arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla 20 OECD ülkesinin 1990-2015 yılları

arasındaki verilerini kullanarak Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi uygulamıştır. Çalışmanın sonunda yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Al-Darraji ve Bakir (2020), yapmış oldukları çalışmada yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini tanımlamayı ve değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu ilişkiyi incelemek amacıyla 18 farklı ülkenin 2008-2015 yılları arasındaki kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, kişi başına düşen reel GSYH, sermaye, emek ve ticaret açıklığı değişkenlerini kullanarak ARDL sınır testini uygulamışlardır. Çalışmanın sonunda yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

**Tablo 4.2.** Çok Ülkeli Çalışmalara ait Literatür Özeti

| Yazar(lar)                      | Ülke(ler)                            | Dönem     | Yöntem                                                                | Bulgular                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Menegaki (2011)                 | 27 Avrupa ülkesi                     | 1997-2007 | Tek yönlü panel tesadüfi etkiler modeli ve panel nedensellik testleri | Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında herhangi bir ilişki bulunamamıştır.                                                                                                                                  |
| Salim ve Rafiq (2012)           | 6 büyük gelişmekte olan ülke         | 1980-2006 | ARDL analiz yöntemi                                                   | GSYH ile yenilenebilir enerji arasında kısa vadede karşılıklı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir                                                                                                                               |
| Sebri ve Ben-Salkha (2014)      | BRICS ülkeleri                       | 1971-2010 | ARDL Sınır Testi ve VECM Granger Nedensellik Testi                    | Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.                                                                                                                     |
| Neuhaus (2016)                  | Sahra altı Afrika ülkeleri           | 1990-2011 | Panel eşbütünleşme ve Granger Nedensellik yöntemi                     | Ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tekyönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur.                                                                                                                                       |
| Özşahin vd. (2016)              | BRICS ülkeleri ve Türkiye            | 2000-2013 | panel-ARDL tekniği                                                    | Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasında uzun dönem için pozitif yönlü bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır.                                                                                                         |
| Kızılbay (2017)                 | BRICS-T                              | 1990-2006 | Pedroni Eşbütünleşme ve FMOLS ve Engle Granger Nedensellik testleri   | BRICS-T ülkelerinde, ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi arasında uzun vadede çift yönlü bir nedensel ilişkinin olduğu görülmüştür.                                                        |
| Šimelytė ve Dudzevičiūtė (2017) | 106 ülke                             | 1971-2011 | Toda-Yamamoto ve ARDL sınır testi yaklaşımı                           | Yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyüme üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir.                                                                                                                       |
| Gültekin (2019)                 | 14 OECD ülkesi                       | 2000-2015 | Panel veri analizi                                                    | Ekonomik büyüme ve rüzgar enerjisi arasındaki ilişkinin Avustralya ve Birleşik Krallık için koruma hipotezini, Almanya için büyüme hipotezini, Türkiye ve Hollanda için geribildirim hipotezini desteklediği tespit edilmiştir. |
| Zeren (2019)                    | Türkiye de dahil olmak üzere 20 ülke | 1990-2016 | Panel Veri Sabit Etki modeli                                          | Enerji ile GSYH arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı görülmüştür.                                                                                                                                          |

**Tablo 4.2. (Devamı)**

|                           |                                          |           |                                                                                                  |                                                                                                                                                    |
|---------------------------|------------------------------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Akdoğan (2019)            | Seçilmiş G20 lkeleri                    | 2007-2017 | Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme, Dumitrescu-Hurlin Panel Nedensellik ve Havuzlanmış Regresyon | Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonları arasında uzun vadeli ve pozitif tek yönlü bir nedensel ilişki bulunmuştur. |
| Tsaurai ve Ngcobo (2019)  | BRICS lkeleri                           | 1994-2015 | Panel veri analizi (FMOLS, POLS, sabit etkiler)                                                  | Yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğuna ulaşılmıştır.                                              |
| Al-Darraji ve Bakir(2020) | 18 farklı lke                           | 2008-2015 | ARDL sınır testi yaklaşımı                                                                       | Yenilenebilir enerjinin ekonomik büyümeyi olumlu etkilediğı sonucuna ulaşılmıştır.                                                                 |
| Yapar (2020)              | Türkiye de dahil 67 gelişmekte olan lke | 1995-2014 | Dinamik Panel ve GMM analizleri                                                                  | Sonuç olarak açıklayıcı değışkenlerin kişi başi gelir üzerindeki etkileri beklenildiğı gibi pozitif çıkmıştır.                                     |
| Kerimoğlu (2020)          | 20 OECD lkesi                           | 1990-2015 | Dumitrescu-Hurlin panel nedensellik testi                                                        | Yenilenebilir enerjiden ekonomik büyümeye doğır tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.                                   |

Çok lkeli çalışmalar arasında fikir birliğı olmadığı söylenebilir. Bu farklı sonuçların nedeni yapılmış olan her çalışmada farklı ülke, farklı zaman dilimi, kullanılan farklı veriler ve yöntemlerin ele alınmasıdır.

#### 4.2.3. Türkiye zerinde Yapılan alışmalar

Çalışmanın bu kısmında, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen ve son dönemlerde Türkiye üzerinde yapılmış çalışmalar özetlenmiştir.

Öcal ve Aslan (2013), yapmış oldukları çalışmada Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi-ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla 1990–2010 dönemleri arasında Türkiye için yenilenebilir enerji tüketimi, sermaye, emek ve reel GSYH verilerini kullanarak ARDL yaklaşımı ve Toda Yamamoto nedensellik testleri ile test etmişlerdir. ARDL yaklaşımından elde edilen ampirik test sonuçları, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu ve Toda-Yamamoto nedensellik testlerinden elde edilenler, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğır tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir.

Selvi (2017) toplam enerji tüketimi ve GSYH arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Türkiye'nin 1967-2014 dönemine ait verileri kullanarak Toda-Yamamoto, Granger tipi nedensellik testlerinden yararlanmıştır. Sonuç olarak, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmüştür. Bu nedenle enerji arzının sürekli ve hızlı bir şekilde artırılması ve enerji arz güvenilirliğinin sağlanması ülke ekonomisi için önemlidir.

Tanrıseven (2018), emek, sabit sermaye, yenilenebilir enerji tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla, Türkiye'nin 1990-2016 yılları arasındaki verilerini kullanarak ARDL analiz yönteminden yararlanmıştır. Sonuç olarak artan yenilenebilir enerji tüketimi büyümeyi olumsuz etkilemektedir. Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun vadeli bir ilişki bulunamamıştır.

Alper (2018) yapmış olduğu çalışmada, Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımı ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin yönünü belirlemek amacıyla, Türkiye'nin 1990-2017 yılları arasındaki kişi başına reel GSYH, toplam sabit sermaye, işgücüne katılım oranı, yenilenebilir enerji kullanımı verilerinin yardımıyla Bayer-Hanck eş bütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testlerini kullanarak test etmiştir. Test sonuçlarına göre ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ve Türkiye'de koruma hipotezinin geçerli olduğu belirlenmiştir.

Akalp (2019), yıllık yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYH, yıllık emek ve yıllık sermaye arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Türkiye'nin 1990-2016 yılları arasındaki verilerini kullanarak ARDL sınır testi uygulamıştır. Türkiye'de ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemli ilişki bulunmuştur ve bu ilişkinin yönü negatiftir. Bu nedenle Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimindeki artış ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemektedir.

Akusta (2019), kişi başı reel GSYH, kişi başı reel GSYH'nin karesi, finansal gelişme, doğa üzerindeki reel baskı ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin toplam enerjiye oranı arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Türkiye'nin 1972-2015 yılları arasındaki verilerini kullanarak Johansen eş bütünleşme testi, ARDL sınır testi ve varyans ayrıştırma analizleri uygulamıştır. Sonuç olarak kişi başına doğa üzerindeki reel baskı, kişi başı reel GSYH, kişi başı reel GSYH'nin karesi, finansal

gelişme, dışa açıklık ve yenilenebilir enerji arasında uzun dönemli ilişki olduğu görülmüştür.

Rahmani (2019), yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, işgücü, sermaye, finansal gelişme ve dış ticaret arasındaki ilişkiyi analiz etmek amacıyla Türkiye'nin 1970-2016 yılları arasındaki verilerini kullanarak ARDL modelinden yararlanmıştır. Uzun vadeli ve kısa vadeli oranlar, ARDL modeli bağlamında EKK puanları kullanılarak tahmin edilmiştir. Değişkenler arasındaki nedensel ilişkiler, Granger nedensellik testi ile test edilmiştir. Sonuç olarak uzun vadeli ve kısa vadeli değerlendirmeler, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Buna göre, hem uzun vadeli hem de kısa vadeli yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümeyi artırmaktadır.

Baloğlu (2019) tarafından yapılmış olan çalışmanın temel amacı Türkiye'nin 1980-2015 yılları arasında elektrik enerjisi tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin varlığını belirlemek ve varsa bu ilişkinin yönünü tespit etmek amacıyla Granger nedensellik testi uygulamıştır. Analize göre Türkiye'de enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyümeyi etkilemeyeceği sonucuna varılmıştır.

Ergün (2020), ekonomik büyüme, enerji ithalatı ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi görmek amacıyla Türkiye'nin 1972-2017 yılları arasındaki enerji ithalatı, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi ve reel GSYH verilerini kullanarak, Engle-Granger Eşbütünleşme testi ve Gregory – Hansen eşbütünleşme testi uygulamıştır. Sonuç olarak enerji ithalatı ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedenselliğin var olduğu görülmektedir. Enerji ithalatından ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedensellik bulunmuştur. Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik bulunmamaktadır. Çalışmadan çıkarılan sonuca göre yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyümeyi doğrudan etkilememekle beraber, enerji ithalatı üzerindeki belirleyiciliğinin, dolaylı olarak ekonomik büyümeyi etkileyebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Erdoğan (2020), ekonomik büyüme, cari denge, enflasyon, net enerji, toplam yenilenebilir enerji üretimi ve toplam enerji üretimi arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Türkiye'nin 1984-2018 yılları arasındaki söz konusu verilerini ARDL

analizini kullanarak test etmiştir. ARDL testinden çıkan sonuçlara göre uzun dönemde belirlenmiş makroekonomik değişkenlerin toplam alternatif enerji üzerinde anlamlı etkiler bulundurduğu gözlemlenmiştir. Kısa dönem ARDL sonuçlarına göre toplam yenilenebilir enerji üretimini büyüme ve toplam enerji üretimi pozitif etkilemektedir. Türkiye üzerine yapılan çalışmalar Tablo 4.1’de özet olarak sunulmuştur.

**Tablo 4.3.** Türkiye Üzerinde Yapılan Çalışmalar

| <b>Yazar(lar)</b>    | <b>Dönem</b> | <b>Yöntem</b>                                                           | <b>Bulgular</b>                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Öcal ve Aslan (2013) | 1990–2010    | ARDL yaklaşımı ve Toda Yamamoto nedensellik testleri                    | ARDL yaklaşımından elde sonuçlar, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu ve Toda-Yamamoto nedensellik testlerinden elde edilenler, ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu göstermektedir. |
| Selvi(2017)          | 1967-2014    | Toda-Yamamoto, Granger tipi nedensellik testleri                        | Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmüştür.                                                                                                                                                                                                             |
| Alper (2018)         | 1990-2017    | Bayer-Hanck eş bütünleşme testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testleri   | Test sonuçlarına göre ekonomik büyümeden yenilenebilir enerji kullanımına doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu ve Türkiye’de koruma hipotezinin geçerli olduğu belirlenmiştir.                                                                                                         |
| Tanriseven(2018)     | 1990-2016    | ARDL analiz yöntemi                                                     | Artan yenilenebilir enerji tüketimi büyümeyi olumsuz etkilemektedir                                                                                                                                                                                                                           |
| Baloğlu(2019)        | 1980-2015    | Granger nedensellik testi                                               | Enerji tüketimindeki artışın ekonomik büyümeyi etkilemeyeceği sonucuna varılmıştır.                                                                                                                                                                                                           |
| Akalp(2019)          | 1990-2016    | ARDL sınır testi                                                        | Yenilenebilir enerji tüketimindeki artış ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemektedir.                                                                                                                                                                                                            |
| Akusta(2019)         | 1972-2015    | Johansen eş bütünleşme testi ve ARDL sınır testi                        | Kişi başı reel GSYH ve yenilenebilir enerji arasında uzun dönemli ilişki olduğu görülmüştür.                                                                                                                                                                                                  |
| Rahmani(2019)        | 1970-2016    | ARDL modeli ve Granger nedensellik testi                                | Hem uzun vadeli hem de kısa vadeli yenilenebilir enerji tüketimi ekonomik büyümeyi artırmaktadır.                                                                                                                                                                                             |
| Erdoğan(2020)        | 1984-2018    | ARDL analizi                                                            | Toplam yenilenebilir enerji üretimini büyüme ve toplam enerji üretimi pozitif etkilemektedir.                                                                                                                                                                                                 |
| Ergün(2020)          | 1972-2017    | Engle-Granger Eşbütünleşme testi ve Gregory – Hansen eşbütünleşme testi | Yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir nedensellik bulunamamıştır.                                                                                                                                                                                                     |

Türkiye üzerinde yapılmış olan çalışmalar genellikle koruma hipotezini desteklemektedir. Bunun nedeni yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretmek için kurulum maliyetlerinin çok yüksek olması ve bu kaynakları kullanmak için çok büyük bir Ar-GE çalışmalarının yapılması gerekmektedir.

Yapılan araştırmalarda veri olarak; birincil enerji tüketimi, toplam işgücü, birincil enerji üretimi, reel efektif döviz kuru, GSYH, toplam elektrik üretimi, reel GSMH, toplam istihdam ve kişi başına düşen GSYH, kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonları, kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi, reel GSYH, gayri safi sabit sermaye yatırımları ve yenilenebilir enerji tüketimi verileri kullanılmıştır. Literatürde yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme için yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme için ortak bir sonuç elde edilememiştir.

Bu çalışmalardan çıkarılan sonuçların farklılık gösterme nedenleri, farklı ekonometrik yöntemlerde, ülkelerin yapısında, seçilen zaman diliminde ve kullanılan verilerde yatmaktadır.

### 4.3. YÖNTEM

Ekonometrik çalışmalarda üç farklı veri seti kullanılmaktadır. Bunlar: zaman serileri, yatay kesit veriler ve panel verileridir. Zaman serisi, bir değişkenin (örneğin yıllık işsizlik verilerinin) farklı zamanlarda aldığı bir dizi değerdir. Yatay kesit, bir veya daha fazla değişken için belirli bir zaman noktasında toplanan verilerdir. Panel veriler ise hem yatay kesit hem de zaman serisi verilerinin bir arada bulunduğu veri türüdür. Bu çalışmada, 1990-2018 dönemi ele alınarak BRICS-T (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika ve Türkiye) ülkelerinde yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi panel veri yöntemiyle analiz edilmiştir. Analizde yararlanılan testler sırasıyla tanıtılmaktadır.

#### 4.3.1. Swamy S Testi

Çalışmada, parametrelerin homojenliğini test etmek amacıyla Swamy S testi yapılmıştır. Tesadüfi Katsayılar Model'i(RCM) test etmek için, panel veri yapısını göz ardı eden birime özgü En Küçük Kareler(OLS) tahminleri ile Ağırlık Matrisinin(WE)

ağırlıklı ortalamaları arasındaki farka bakabilmektedir. Aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoksa parametreler homojendir. Test edilecek hipotez  $H_0 : \beta_i = \beta$  şeklinde kurulmakta ve parametrelerin homojen olduğunu ifade etmektedir. Swamy (1971) tarafından elde edilen ve Hausman türü test olan bu testte istatistik,

$$\hat{S} = \chi^2_{k(N-1)} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \hat{\beta})' \hat{V}_i^{-1} (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}) \quad (1)$$

olarak tanımlanmaktadır. Burada  $\hat{\beta}_i$  birimlere göre regresyonlardan elde edilen OLS tahmincileri  $\hat{\beta}$ , ağırlıklı WE tahmincisi ve  $\hat{V}_i$  ise iki tahmincinin varyansları arasındaki farkı ifade etmektedir. Test istatistiği,  $K(N-1)$  serbestlik derecesi ile  $\chi^2$  dağılımına sahiptir. Test istatistiği kritik değerden büyükse, parametrelerin heterojen olduğu sonucuna varılmaktadır (Tatoğlu, 2018: 247).

#### 4.3.2. Pesaran's CD (2004) Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Heterojen panellerde değişkenlerin durağanlıkları incelenmeden önce her değişken için yatay kesit bağımlılığa bakılmaktadır. Bu amaçla Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD(Kesit Bağımlılığı) testi yapılmaktadır.

Pesaran (2004), birimler arası korelasyonu test etmek için önerdiği bir testte ADF regresyonun tahmininden elde edilen verileri kullanmaktadır. Her bir birimin kendisi dışında kalan tüm birimlerle (yani  $N * N-1$  adet) korelasyonu hesaplanmaktadır. Hipotezler;

$$1. H_0: \rho_{ij}=0 \quad (2)$$

$$2. H_1: \rho_{ij} \neq 0 \quad (3)$$

şeklinde kurulmaktadır. Burada  $\rho_{ij}$ : i, j. Kalıntının (i. Ve j. Birimlerin kalıntıları arasındaki) korelasyon katsayısını ifade etmektedir (Tatoğlu, 2018: 105).

Breusch ve Pagan (1980) testinde N sabitken,  $T \rightarrow \infty$  durumlarında kalıntıların korelasyon katsayılarını temel alan bir Lagrange Çarpanı (LM) testidir. Pesaran (2004) testi de aynı şekilde, N sabitken,  $T \rightarrow \infty$  durumunda geçerli bir testtir. Ancak bu test, N büyük ve T sonlu olduğunda tutarlılık özelliğini kaybetmektedir. Bu nedenle Pesaran

(2004) çalışmasında aşağıdaki alternatif test istatistiğini ileri sürmüştür (Perasan, 2004 :5)

$$CD \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} (\sum_{i=1}^{N-1} \cdot \sum_{j=i+1}^N \hat{p}_{ij}) \quad (4)$$

Bu nedenle  $N \rightarrow \infty$  ve  $T$  yeterince büyük olursa, yatay kesit bağımlılığı olmadığı belirten boş hipotez altında  $CD \sim N(0,1)$  dağılımına uyarlanmaktadır. Boş hipotez reddedilirse, birimler arasında yatay kesit ilişkisinin olmadığı belirlenmektedir.

#### 4.3.3. Pesaran (2007) CADF birim kök testi

Heterojen panellerde yatay kesit bağımlılığın tespit edilmesi durumunda ikinci kuşak birim kök testlerinden Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF(Cross - Sectionally Augmented Dickey - Fuller) birim kök testi uygulanabilmektedir. Pesaran (2007), çalışmasında yatay kesit bağımlılığını ortadan kaldırmak için bir vekil değişken yöntemi önermektedir. Bu yöntem, ADF birim kök testinin gecikmeli yatay kesit ortalamaları ile genişletilmiş halini kullanmaktadır. Ayrıca, bu regresyondaki ilk fark, birimler arasındaki korelasyonu bozmaktadır. Bu yaklaşım Dickey Fuller Genelleştirilmiş Yatay Kesit (CADF) adlandırılmaktadır. Pesaran (2007) birim kök testi için aşağıdaki regresyon denklemi dikkate alınmıştır (Keskin ve Aksoy, 2019: 7).

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + u_{it} \quad (5)$$

Kesit bağımlılığını hesaba katmak için hata terimi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$u_{it} = \gamma f_t + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$f_t$  değişkeni gözlemlenemeyen faktörleri temsil eder ve durağan kabul edilir. Bu testte modeldeki yatay kesitin bağımlılığı gözlemlenemeyen faktörlerden kaynaklanmaktadır ve gözlemlenemeyen genel faktör yerine  $\Delta \bar{y}_{it}$  ve  $\Delta \bar{y}_{i,t-1}$  modele eklenmekte ve ortalama yatay kesitler modele vekil olarak dahil edilmektedir. Hata teriminde ya da faktörde otokorelasyon olmaması durumunda CADF regresyonu aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$\Delta y_{it} = \alpha_i + p'_i y_{i,t-1} + d_0 \bar{y}_{t-1} + d_1 \Delta \bar{y}_t + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

Yukarıdaki denklemde yer alan  $\bar{y}$  tüm N gözlemlerin zamana göre ortalamasıdır.

#### 4.3.4. Westerlund (2007) Eşbütünleşme Testi

Analiz edilen modelde yatay kesit bağımlılığın varlığı ve değişkenlerin tümünün birinci farklarında durağan hale geldiklerinin tespit edilmesi durumunda değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkiler Westerlund (2007) eşbütünleşme testiyle araştırılabilmektedir.

Westerlund (2007), panel verilerdeki hataları düzeltmek için yeni yöntemlere dayalı eşbütünleşme testleri önermiştir. Bu testler, her birimin kendi hata düzeltmesine sahip olup olmadığını belirleyerek eşbütünleşmenin varlığını sınamaya dayalı dört yeni panel eşbütünleşme testini içermektedir. Bu testlerden ikisi (Pt ve Pa) panelin bir bütün olarak eşbütünleşik olduğu alternatif hipotezini test ederken, diğer ikisi (Gt ve Ga) yatay kesitlerden en az birinde bir eşbütünleşme ilişkisinin olduğu alternatif hipotezini test eder. Hata düzeltme terimi sıfır değilse, eşbütünleşme olmadığının sıfır hipotezi reddedilir. Panel istatistikleri, panelin yatay kesit boyutundaki hata düzeltme ile ilgili bilginin bir araya getirilmesi ile oluşmaktadır. Bu bilgi, grup ortalamaları için istatistiklerde kullanılmaz. Testler arasındaki ayırım, alternatif hipotezlerin testlerine dayanmaktadır (Westerlund, 2007: 737).

Panel istatistiklerinde sıfır hipotezi için  $H_0^p : \alpha_i = 0$  ve alternatif hipotez için ise  $H_A^p : \alpha_i = \alpha < 0$  kullanılırken grup ortalama istatistiklerinde  $H_0^g : \alpha_i = 0$  sıfır hipotezi ve  $H_A^g : \alpha_i = \alpha < 0$  alternatif hipotezi kullanılmaktadır. Bu, sıfır hipotezi reddedilirse eşbütünleşme olduğunu ve sıfır hipotezi kabul edildiğinde eşbütünleşme olmadığını göstermektedir. Westerlund tarafından yapılan grup ve panel testleri sonucunda yatay kesit bağımlılığının olduğu durumlarda oldukça güvenilir (sağlam) sonuçlar verdiği söylenebilir (Westerlund, 2007: 721).

Westerlund Panel Eşbütünleşme testlerinin özellikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Tatoğlu, 2018: 203):

- Dört istatistiğe dayanan bu testler çok esnektir ve hata düzeltme modelinin uzun vadeli ve kısa vadeli parametrelerinde heterojenliğe izin verilmektedir.
- Birimlerde düzensiz tutarlı seri uzunluklarına, başka bir deyişle dengesiz bir panele izin verilmektedir.
- Birimler arası korelasyon olasılığı varsa, dirençli kritik değerlerin sonucu tahmin edilebilmektedir.

#### 4.3.5. Genişletilmiş Ortalama Grup (Augmented Mean Group, AMG) tahmincisi.

Değişkenler için uzun dönem katsayılarının belirlenmesi amacıyla kullanılan testlerden birisi Bond ve Eberhardt (2009) ile Eberhardt ve Teal (2010) tarafından önerilen "Genişletilmiş Ortalama Grup" (Augmented Mean Group, AMG) tahmincisidir. AMG tahmincisi, panel grupları arasında gözlenen ve gözlemlenemeyen faktörlerdeki farklılıkların yanı sıra zaman serilerinin özelliklerini de dikkate alır. Eberhardt ve Bond (2009) genel panel katsayılarını hesaplayabilen bir tahminci geliştirmişlerdir. AMG tahmincisi, serilerdeki özelliklerin kullanımı göz önüne almakla beraber, açıklayıcı değişkenler ve hata terimleri arasında bir korelasyon olduğunu gösteren bir içsellik sorunu olduğunda da kullanılmaktadır. Yatay kesit grup standartlı AMG tahmincilerinde, her bir ülke katsayılarının ortalaması çıkartılarak puanlanmaktadır. AMG panel tahmincisi, değişkenlerdeki genel faktörleri ve dinamik etkileri dikkate almakta ve dengesiz panel analizinde etkili sonuçlar vermekte ve aynı zamanda hata teriminden meydana çıkan dahili bir sorun olduğunda da kullanılabilmektedir (Özcan ve Özmen, 2018: 44-45).

Bir AMG tahmincisi kullanmanın çeşitli üstünlükleri vardır. İlk olarak, AMG tahmini, modelde kullanılan değişkenlerin aynı durağanlığa sahip olmasını gerektirmez. İkincisi, değişkenlerin AMG tahmininde eşbütünleşik olması gerekli değildir. Üçüncüsü, AMG tahmini, kesitler arasındaki ilişkiyi dikkate almaz. Son olarak, AMG tahmini kullanılarak her bir kesit (ülke) için farklı oranların tahmin edilmesini mümkün kılmaktadır (Köseoğlu ve Artan, 2020: 76).

#### 4.4. AMPİRİK BULGULAR

Çalışmada 1990-2018 dönemi ele alınarak BRICS-T ülkelerinde yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi panel veri yöntemiyle analiz edilmiştir. Ülkelere ait verilere kesintisiz olarak ulaşılabildiği için söz konusu dönem incelenmiştir. Analizde kullanılan değişkenlere ait açıklamalar Tablo 4,4’de verilmiştir.

**Tablo 4.4.** Analizde Kullanılan Değişkenler ve Veri Kaynakları

| Bağımlı/<br>Bağımsız<br>Değişkenler | Açıklamalar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Veri Kaynağı  |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| <i>lg syh</i>                       | Gayri safi yurtiçi hasıla: Cari ABD doları cinsinden olup, logaritması alınmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                           | Dünya Bankası |
| <i>lsermaye</i>                     | Gayri safi sabit sermaye oluşumu: Arazi iyileştirmelerini (çitler, hendekler, kanalizasyonlar vb.); tesis, makine ve ekipman alımları; ve okullar, ofisler, hastaneler, özel konutlar ve ticari ve endüstriyel binalar dahil olmak üzere yolların, demiryollarının ve benzerlerinin inşasını içerir. Cari ABD doları cinsinden olup, logaritması alınmıştır. | Dünya Bankası |
| <i>lemek</i>                        | Toplam işgücü: Logaritması alınmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Dünya Bankası |
| <i>lenerji</i>                      | Yenilenebilir enerji üretimi miktarı, hidro (pompalı depolama hariç), jeotermal, güneş, rüzgar, gelgit ve dalga kaynaklarının birincil enerji eşdeğerini içerir. Ton petrol eşdeğeri cinsinden olup, logaritması alınmıştır.                                                                                                                                 | OECD          |

Çalışmada analiz edilen model 1 no’lu eşitlikteki gibidir:

$$lgsyh_{it} = \alpha_0 + \beta_1 lsermaye_{it} + \beta_2 lemek_{it} + \beta_3 lenerji_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

1 no’lu eşitlikte *l* logaritmayı, *i* ülke boyutunu, *t* zaman boyutunu,  $\alpha_0$  sabit parametreyi ve  $\epsilon_{it}$  hata terimini temsil etmektedir. *lgsyh* bağımlı değişken, *lsermaye*, *lemek* ve *lenerji* bağımsız değişken olarak ele alınmaktadır. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 4,5’de gösterilmektedir.

**Tablo 4.5.** Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

|                       | <i>lgsyh</i> | <i>lsermaye</i> | <i>lemek</i> | <i>lenerji</i> |
|-----------------------|--------------|-----------------|--------------|----------------|
| <b>Ortalama</b>       | 27.2725      | 25.8353         | 18.3782      | 10.6951        |
| <b>Maksimum</b>       | 30.26        | 29.41           | 20.48        | 12.6           |
| <b>Minimum</b>        | 25.47        | 23.59           | 16.34        | 9.03           |
| <b>Standart Sapma</b> | 1.0797       | 1.2718          | 1.3824       | 1.2843         |
| <b>Gözlem sayısı</b>  | 174          | 174             | 174          | 174            |

Tablo 4.5’e göre *lgsyh* değişkeninin aldığı 30.26’lık maksimum değer, 2018 yılında Çin’e; 25.47’lik minimum değer ise 2002 yılında Güney Afrika’ya aittir. *lsermaye* değişkeni için maksimum değer 29.41 olup 2018 yılında Çin’e aitken;

minimum değer 23.59 olup yine 2002 yılında Güney Afrika'ya aittir. *lemek* değişkeninin aldığı maksimum ve minimum değerler sırasıyla 2018 yılında Çin'e ve 1990 yılında Güney Afrika'ya aittir. Son olarak *lenerji* değişkeni için maksimum değer olan 12.6, 2018 yılında Çin'e, minimum değer olan 9.03 ise 2014 yılında Güney Afrika'ya aittir. Tablo 4.5'den hareketle tüm değişkenlerde Çin'in üstün olduğu görülmektedir. Güney Afrika'nın ise en düşük skorlara sahip olduğu gözlenmektedir. Türkiye'nin GSYH'sinin, ortalama değer olan 27.2725'in üzerinde seyrettiği dönem 2010-2018 aralığıdır. Yine aynı dönemde sermayenin ortalama değeri olan 25.8353'in üzerinde bir performans sergilediği söylenebilir. Diğer taraftan emek ve yenilenebilir enerji açısından Türkiye ortalamasının altında kalmıştır.

Değişkenlere ait korelasyon ilişkisi Tablo 4.6'da verilmiştir.

**Tablo 4.6.** Değişkenler Arasındaki Korelasyon Katsayıları

|                 | <i>lgsyh</i> | <i>lsermaye</i> | <i>lemek</i> | <i>lenerji</i> |
|-----------------|--------------|-----------------|--------------|----------------|
| <i>lgsyh</i>    | <b>1.000</b> | 0.9835          | 0.6554       | 0.6291         |
| <i>lsermaye</i> | 0.9835       | <b>1.000</b>    | 0.7159       | 0.6648         |
| <i>lemek</i>    | 0.6554       | 0.7159          | <b>1.000</b> | 0.9365         |
| <i>lenerji</i>  | 0.6291       | 0.6648          | 0.9365       | <b>1.000</b>   |

Tablo 4.6'ya göre modelde kullanılan değişkenler arasında güçlüye yakın korelasyon ilişkileri tespit edilmiştir. En güçlü korelasyon katsayısı 0.9835'lik değer ile *lgsyh* ve *lsermaye* değişkenleri arasında görülmektedir.

Analizde zaman boyutu (T:29), yatay kesit boyutundan (N:6) büyük olduğundan (T>N), öncelikle parametrelerin homojenliğini test etmek amacıyla Swamy S testi yapılmıştır.

$$\text{Swamy S Test istatistiği } \chi^2(6) = 948.97 \quad \text{prob} = 0.0000$$

$H_0$  hipotezi parametrelerin homojen olduğu şeklinde kurulan Swamy S Testi sonucunda sıfır hipotez reddedilmiş ve parametrelerin heterojen olduğu tespit edilmiştir. Heterojen panellerde değişkenlerin durağanlıkları incelenmeden önce her değişken için yatay kesit bağımlılığa bakılmaktadır. Bu amaçla Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD testi yapılmıştır. T>N olduğundan Breusch Pagan CD LM\_1 test istatistiği dikkate alınmış ve sonuçlar Tablo 4.7'de gösterilmiştir.

**Tablo 4.7.** Değişkenlere Ait Yatay Kesit Bağımlılık Test Sonuçları

| Değişkenler     | CD LM 1 test istatistiği | Olasılık (p) değeri |
|-----------------|--------------------------|---------------------|
| <i>lg syh</i>   | 372.7367                 | 0.0000***           |
| <i>lsermaye</i> | 351.7836                 | 0.0000***           |
| <i>lemek</i>    | 267.9025                 | 0.0000***           |
| <i>lenerji</i>  | 155.3150                 | 0.0000***           |

Not: \*\*\*, %1 önem düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4.7’de görüldüğü gibi tüm değişkenler için yatay kesit bağımlılığın olmadığını ileri süren sıfır hipotez reddedilmiştir.

Yatay kesit bağımlılığın varlığı tespit edildiği için ikinci kuşak panel birim kök testlerinden Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CADF birim kök testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.8’de sunulmuştur.

**Tablo 4.8.** Pesaran CADF Birim Kök Test Sonuçları

| Değişkenler     | Düzy           | 1.fark            |
|-----------------|----------------|-------------------|
| <i>lg syh</i>   | -2.527 (0.284) | -3.646 (0,000)*** |
| <i>lsermaye</i> | -2.749 (0.124) | -3.565 (0,000)*** |
| <i>lemek</i>    | -1.503 (0.983) | -4.022 (0,000)*** |
| <i>lenerji</i>  | -2.127 (0.685) | -2.535 (0.025)**  |

Not:Gecikme sayısı 1 alınmıştır. Parantez içindeki değerler p-değerleridir. \*\*\* ve \*\* sırasıyla %1 ve%5 önem düzeyini ifade etmektedir.

CADF birim kök test sonuçlarında tüm değişkenler 1.farklarında durağan hale gelmişlerdir. Bu nedenle değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi araştırılmıştır. Bunun için yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Westerlund (2007) eşbütünleşme testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4.9’da verilmiştir.

**Tablo 4.9.** Westerlund (2007) Eşbütünleşme Test Sonuçları

| İstatistik | Değer   | Z-değeri | p-değeri | Robust p- değeri (Bootstrap) |
|------------|---------|----------|----------|------------------------------|
| Gt         | -3.571  | -2.439   | 0.007    | <b>0.040**</b>               |
| Ga         | -10.551 | 1.517    | 0.935    | 0.160                        |
| Pt         | -8.022  | -2.112   | 0.017    | <b>0.050**</b>               |
| Pa         | -9.702  | 0.793    | 0.786    | 0.150                        |

Not: \*\*, %5 önem düzeyini ifade etmektedir.

Westerlund Eşbütünleşme testinde yatay kesit bağımlılığı dikkate alan bootstrap p değerlerini yorumlamak gerekir. Buna göre eşbütünleşmenin olmadığını ileri süren sıfır

hipotez hem grupta (Gt) hem de panelde (Pt) reddedilmiş dolayısıyla değişkenler arasında eşbütünleşik ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

Değişkenler için uzun dönem katsayılarının belirlenmesi amacıyla Bond ve Eberhardt (2009) ile Eberhardt ve Teal (2010) tarafından önerilen "Genişletilmiş Ortalama Grup" (Augmented Mean Group, AMG) tahmincisi kullanılmış ve sonuçları Tablo 4.10'da sunulmuştur.

**Tablo 4.10.** AMG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

|                     | Bağımlı değişken: <i>lgsyh</i> | Katsayı    | p-değeri |
|---------------------|--------------------------------|------------|----------|
| <b>Brezilya</b>     | <i>lsermaye</i>                | 0.7285983  | 0.000*** |
|                     | <i>lemek</i>                   | -0.3477627 | 0.062*   |
|                     | <i>lenerji</i>                 | 0.207934   | 0.230    |
|                     | <i>c</i>                       | 12.41085   | 0.000*** |
| <b>Rusya</b>        | <i>lsermaye</i>                | 0.7239166  | 0.000*** |
|                     | <i>lemek</i>                   | 0.3218803  | 0.683    |
|                     | <i>lenerji</i>                 | 0.0405528  | 0.723    |
|                     | <i>c</i>                       | 2.16708    | 0.871    |
| <b>Hindistan</b>    | <i>lsermaye</i>                | 0.6859073  | 0.000*** |
|                     | <i>lemek</i>                   | -0.7081633 | 0.003*** |
|                     | <i>lenerji</i>                 | 0.6287663  | 0.062*   |
|                     | <i>c</i>                       | 15.64249   | 0.001*** |
| <b>Çin</b>          | <i>lsermaye</i>                | 0.7662534  | 0.000*** |
|                     | <i>lemek</i>                   | -0.4547159 | 0.415    |
|                     | <i>lenerji</i>                 | 0.1764529  | 0.237    |
|                     | <i>c</i>                       | 14.23437   | 0.221    |
| <b>Güney Afrika</b> | <i>lsermaye</i>                | 0.6106131  | 0.000*** |
|                     | <i>lemek</i>                   | -0.3959837 | 0.005*** |
|                     | <i>lenerji</i>                 | -0.148384  | 0.459    |
|                     | <i>c</i>                       | 18.8624    | 0.000*** |
| <b>Türkiye</b>      | <i>lsermaye</i>                | 0.659997   | 0.000*** |
|                     | <i>lemek</i>                   | 0.5306145  | 0.031**  |
|                     | <i>lenerji</i>                 | -0.6435439 | 0.000*** |
|                     | <i>c</i>                       | 6.693183   | 0.010*** |
| <b>Tüm Panel</b>    | <i>lsermaye</i>                | 0.695881   | 0.000*** |
|                     | <i>lemek</i>                   | -0.1756885 | 0.377    |
|                     | <i>lenerji</i>                 | 0.0436297  | 0.801    |
|                     | <i>c</i>                       | 11.6684    | 0.000*** |
| Wald chi2(3)        |                                | 1463.80    | 0.000*** |

**Not:** \*\*\*, \*\* ve \* sırasıyla %1 , %5 ve %10 önem düzeyini ifade etmektedir.

AMG tahmin sonuçlarına göre tüm panelde sermayenin GSYH üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi bulunurken, emeğin ve yenilenebilir enerjinin GSYH'yi istatistik açıdan anlamlı şekilde etkilemediği görülmektedir. Sabit katsayı ise anlamlı çıkmıştır. Ülke bazlı sonuçlara bakıldığında analizde yer alan tüm ülkelerde sermayenin katsayısının pozitif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla sermayedeki artışların ekonomik büyümeyi artırdığını söylemek mümkündür. Brezilya, Hindistan ve Güney Afrika'da emek GSYH'yi anlamlı ve negatif etkilerken, Türkiye'de anlamlı ve pozitif etkilemektedir. Emeğin negatif katsayıya sahip olmasında, söz konusu ülkelerin gelişmekte olan ülkeler olmaları nedeniyle emeğin marjinal verimliliğindeki azalmalarının etkili olduğu söylenebilir. Rusya ve Çin'de ise emeğin GSYH üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Hindistan ve Türkiye dışında yenilenebilir enerjinin GSYH üzerindeki etkisinin anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Hindistan'da yenilenebilir enerji miktarındaki artış, ekonomik büyümeyi artırırken; Türkiye'de azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji üretiminin, toplam enerji tüketimindeki önemini göz önünde bulundurursak, analiz sonuçları Brezilya, Rusya, Çin ve Güney Afrika'da tarafsızlık hipotezini desteklerken; Hindistan'da büyüme hipotezini geçerli kılmaktadır. Türkiye için koruma hipotezinin geçerli olduğu söylenebilir. Elde edilen bu sonuçlar Akalp(2019), Alper(2018), Ocal ve Aslan(2013) çalışmalarıyla da tutarlılık göstermektedir.

## SONUÇ

Dünyada enerji talebi büyük ölçüde fosil enerji kaynaklarına bağımlıdır ve bu bağımlılık aynı zamanda küresel ısınma ve iklim değişikliğini beraberinde getirmektedir. Küresel ısınmanın öngörülen etkileri göz önüne alındığında ülkelerin, temiz ve yeşil enerji kaynakları olarak görülen yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneldiği görülmektedir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkisi özellikle son yıllarda araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Bu kapsamda tezin amacı, küresel enerji talebi fosil enerji kaynaklarından yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüşürken yenilenebilir enerji üretimi+ ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi incelemektir.

Çalışmada, 1990-2018 dönemine ait verilerden yararlanılmıştır. BRICS-T ülkelerine ait GSYH, gayri safi sabit sermaye oluşumu, toplam işgücü, yenilenebilir enerji üretim miktarı verileri kullanılarak yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi panel veri yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmada, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan Westerlund (2007) eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Westerlund eşbütünleşme test sonucuna göre değişkenler arasında eşbütünleşik ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Ardından değişkenler için uzun dönem katsayılarının belirlenmesi amacıyla Bond ve Eberhardt (2009) ile Eberhardt ve Teal (2010) tarafından önerilen "Genişletilmiş Ortalama Grup" (Augmented Mean Group, AMG) tahmincisi kullanılmıştır. AMG tahmin sonuçlarına göre tüm panelde sermayenin GSYH üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi bulunurken, emeğin ve yenilenebilir enerjinin GSYH'yi istatistik açıdan anlamlı şekilde etkilemediği görülmektedir. Sabit katsayı ise anlamlı çıkmıştır. Ülke bazlı sonuçlara bakıldığında analizde yer alan tüm ülkelerde sermayenin katsayısının pozitif ve anlamlı olduğu görülmektedir. Eğer yenilenebilir enerji üretiminin, toplam enerji tüketimindeki önemini göz önünde bulundurulursa, Brezilya, Hindistan ve Güney Afrika'da emek GSYH'yi anlamlı ve negatif etkilerken, Türkiye'de anlamlı ve pozitif etkilediği sonucuna ulaşılabilir. Rusya ve Çin'de ise emeğin GSYH üzerinde anlamlı bir etkisi bulunamamıştır. Hindistan ve Türkiye dışında yenilenebilir enerjinin GSYH üzerindeki etkisinin anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Dolayısıyla Rusya, Çin, Brezilya ve Güney Afrika için tarafsızlık hipotezinin, Hindistan için büyüme hipotezinin ve Türkiye için koruma hipotezinin desteklendiği söylenebilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının ekolojik açıdan temiz olması, çevreye zararının birincil enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında daha az olması çevre temizliğine, doğaya ve insan sağlığına katkı sağlamasına rağmen, bu enerji kaynaklarının kurulum aşamasında yüksek maliyet gerektirmesi ekonomik büyümeye üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Bu sonuçlara dayanarak, enerji sektöründe gerçekleştirilmesi durumunda bu ülkeler için olumlu sonuçlar getirebilecek politikalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Yenilenebilir enerji kaynakları kullanılırken bu kaynakların olumsuz etkileri de dikkate alınmalı ve bu kaynaklar doğal kaynakların dengesini bozmayacak şekilde kullanılmalıdır.
- Yenilenebilir enerji kaynakları geliştirmekte olan ülkeler için pahalı bir enerji kaynağıdır. Geliştirmekte olan ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanabilmeleri ve uzun dönemde ulusal ekonomilerine pozitif katkı sağlayabilmeleri için yenilenebilir enerji kaynaklarına yeterli seviyede yatırım yapmaları gerekmektedir.
- Döviz kuru ve fiyat dalgalanmalarının ekonomik büyüme üzerindeki olumsuz etkilerini düşürmek için enerji sektöründe ulusal kaynakların kullanımı yoluyla dışa bağımlılığın en aza indirilmesi gerekmektedir.
- Yenilenebilir enerji sektörünün yaygınlaşması nedeniyle, bu sektörde teknolojik bağımlılığı minimuma indirmek için kullanılan malzemelerin ülke içinde üretimine devlet tarafından yeterli teşvik ve destek sağlanmalıdır.
- Kamu ve özel sektör düzeyinde yenilenebilir enerji sektöründe Ar-Ge çalışmalarına daha fazla yatırım yapılmalıdır. Bu alanda elde edilecek enerji verimliliği enerji talebini karşılamada önemli paya sahip olacaktır.
- Gereksiz enerji kullanımını en aza indirmek için medya aracılığıyla kamuoyunu bilinçlendirmeye yönelik adımlar atılmalıdır.

Enerji sektöründe gerçekleştirilmesi durumunda Türkiye için olumlu sonuçlar getirebilecek politikalar aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Yapılan araştırmalar Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin yanı sıra, aynı zamanda birincil enerji kaynaklarından elektrik

enerjisi üretiminin devam edilmesi gerektiğini göstermektedir. Bu süreç içerisinde kullanılmayan birincil enerji kaynaklarından elektrik üretimi için yatırımlar yapılmalı ve gerekli teşviklerde bulunulmalıdır.

- Türkiye’de mevcut olan yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde Ar-Ge çalışmalarına gerekli yatırımlar yapılmalı ve ilkin kurulum maliyetleri yeni teknolojiler sayesinde en aza indirilmelidir.
- Mevcut yenilenebilir enerji üretim tesislerinin verimliliğinin artırılmasına yönelik çeşitli yatırımların hayata geçirilmelidir.



## KAYNAKÇA

- Acar, S. (2018). *Tasarruflar İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Gelişmiş ve Gelişmekte Olan Ülke Grupları Örneği*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Acar, Y. (2008). *İktisadi Büyüme ve Büyüme Modelleri*. Dora Yayınları.
- Ağaçbiçer, G. (2010). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı Ve Yapılan Swot Analizler*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale: 18 Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akalp, M. (2019). *Yenilenebilir Enerji Tüketimi İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Nevşehir: Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akdoğan, T. (2019). *Yenilenebilir Enerji Tüketimi, CO<sub>2</sub> Emisyonu Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Seçilmiş G20 Ülkeleri*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gaziantep: Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Akova, S. B. (2010). "Kırsal Coğrafya". *İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Coğrafya Lisans Programı*, 1-317.
- Aksu, L. (2014). "İktisat Ekollerinin İktisadî Büyüme Konusundaki Düşünceleri Ve Modellerinin Analizi". *İktisat Ekolleri*(208).
- Akusta, E. (2019). *Yenilenebilir Enerji, Büyüme Ve Çevre İlişkisi: Türkiye Örneği*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Kırklareli: Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Alper, F. Ö. (2018). "Yenilenebilir Enerji Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki:1990-2017 Türkiye Örneği", *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 223-242.
- Al-Darraj, H. H. (2020). "The Impact Of Renewable Energy Investment On Economic Growth". *Journal Of Social Sciences*, 9(2), 234-248.
- Aliyev, R. (2015). *Alternativ Enerji ve Ekologiya*. Bakü: Azərbaycan Respublikası Prezidentinin İşlər İdaresi.

- Alpdoğan, E. İ. (2009). *Dalga Enerjisi İle Elektrik Üretiminin Teknik Ve Ekonomik İncelenmesi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). "On The Causal Dynamics Between Emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy, And Economic Growth". *Renewable Energy, And Economic*, 69, 2255-2260.
- Arslan, S., Darıcı, M., & Karahan, Ç. (2001). *Jeotermal Enerji Doğrudan Isıtma Sistemleri*, 21-27.
- Arslan, Ü. (2007). *Kurumların İktisadi Büyüme Üzerindeki Etkisi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi Sbe İktisat Anabilim Dalı.
- Ataman, A. R. (2007). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Aydın, İ. (2013). "Balıkesir’de Rüzgar Enerjisi". *Doğu Coğrafya Dergisi*, 18(29), 29-50.
- Babayev, E. (2017). *Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi*. Bakü: Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi Yüksek Lisans Merkezi.
- Bakan, H. (2017). *Finansal Serbestleşme Ve Ekonomik Büyüme: Türkiye*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Van: Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Berber, M. (2011). *İktisadi Büyüme ve Kalkınma*. (4. Baskı), Trabzon: Derya Kitabevi.
- Bilgen, S., Keleş, S., Sarıkaya, İ., & Kaygusuz, K. (2015). "A Perspective For Potential And Technology Of Bioenergy İn Turkey: Present Case And Future View". *Renewable And Sustainable Energy Reviews*(48), 228-239.
- Bilginoğlu, M. A., & Bolat, S. (2013). "Avrupa Birliği'nde Maliye Politikalarının Sürdürülebilirliği:Durağan Olmayan Panel Veri'den Kanıt". *Maliye Dergisi*(164), 27-46.
- Bozma, G., Aydın, R. ve Kolçak, M. (2018). "BRICS ve MINT Ülkelerinde Ekonomik Büyüme ve Enerji Tüketimi İlişkisi", *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15, 323–338.

- Bull, S. R. (2001). "Renewable Energy Today And Tomorrow". *Proceedings Of The Ieee*, 89(08), 125-134.
- Burakov, D., & M. F. (2017). "Financial Development, Economic Growth And Renewable Energy Consumption In Russia: A Vector Error Correction Approach". *International Journal Of Energy Economics And Policy*, 7(6), 39-47.
- Celilov, M. (2009). *Alternativ Regenerativ Enerji Sistemləri*. Bakü: Təhsil Nəşriyyat.
- Çiftçi, D. D. (2015). *Finansal Gelişme ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Genişletilmiş Solow Büyüme Modeli Denemesi ve Ampirik Uygulama*. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Denizli: Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çınar, M. (2017). "Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisine Yenilenebilir Enerji Bağlamında Bir Öneri". *Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Bölümü*, 3(13), 40-54.
- Demir, O. (2002). "Durgun Durum Büyümeden İçsel Büyümeye". *C.Ü. İktisadi Ve İdaribilimler Dergisi*, 3(1), 3-20.
- Demircan, R. K., & Gültekin, A. B. (2017). "Binalarda Pasif Ve Aktif Güneş Sistemlerinin İncelenmesi". *Tübav Bilim*, 10(1), 36-51.
- Deniz, S. (2018). *Türkiyede Yenilenebilir Enerji Potansiyeli Ve Politikalarının Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Değerlendirilmesi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doğan, M. (2019). *Güneş Enerjisi Santrallerinin İncelenmesi Ve Verimlilik Analizi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı). (2000). *Uzun Vadeli Strateji ve Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı 2001-2005*. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.
- DPT (Devlet Planlama Teşkilatı). (2006). *Dokuzuncu Kalkınma Planı 2007- 2013*. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı.
- Elibüyük, U., & Üçgöl, İ. (2014). "Rüzgâr Türbinleri, Çeşitleri ve Rüzgâr Enerjisi Depolama Yöntemleri". *Yekarum E-Dergi*, 2(3)(1-13).

- Erdoğan, N. (2020). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler İle Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki Etkileşim ve Finansal Yansımaları*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ergün, İ. (2020). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Mali ve Ekonomik Boyutu: Avrupa Birliği Ve Türkiye Karşılaştırması*. (Yayımlanmış Doktora Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Eroğlu, F. (2016). *Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Ekonomik Açidan İncelenmesi: Oecd Ülkeleri Örneği*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Çankırı: Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Eşmen, M. (2017). *Türkiye’de Cari Açığı Belirleyen Faktörler Ve Cari Açığı Azaltmada Alternatif Enerji Kaynaklarının Rolü*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Bilecik: Şeyh Edebalı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Fang, Y. (2011). "Economic Welfare İmpacts From Renewable Energy Consumption: The China Experience". *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 15, 5120-5128.
- Freeman, C., & Soete, L. (Tarih Yok). *The Economics O F Industrial İnnovatori*. (Ç. E. Türkcan, Dü.). Ankara: Tübitak Yayınları, Akademik Dizi.
- Gökce, C. (2007). *Ekonomik Büyüme Sürecinde Enerjinin Değişen Rolü: Türkiye Örneği*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Gökdemir, M., Kömürcü, M. İ., & Evcimen, T. U. (2012). "Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Ve Hes Uygulamalarına Genel Bakış". *İmo Su Yapıları Kurulu*, 18-26.
- Gözen, M., & Akdağ, V. (2020). "Yenilenebilir Enerji Projelerine Yönelik Güncel Yatırım Ve Finansman Modelleri: Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme", *Dergi*, 18(25-34).
- Gross, R., Leach, M., & Bauen, A. (2003). "Progress in Renewable Energy". *Environment International*, 29, 105-122.

- Gültekin, E. (2019). *Oecd Ülkelerin'de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Makro Ekonomik Belirleyicileri Ve Türkiye İçin Politika Önerisi*. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Malatya: İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Hayli, S. (2017). "Rüzgar Enerjisinin Önemi, Dünya'da ve Türkiye'deki Durumu". *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 1-26.
- <https://tr.wikipedia.org/wiki/Polder>. (Tarih Yok).
- <https://www.bbc.com/turkce/haberler-turkiye-54585247>. (Tarih Yok).
- İlbeyli, M. M. (2020). *Türkiye'de İhracata Dayalı Büyüme Hipotezinin Sektörler İtibariyle Analizi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- İnce, Ö. (2006). *Yeni Büyüme Teorileri; Türkiye İçin Bir Uygulama*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- India Energy Outlook (2021). *Hindistan Enerji Görünümü Raporu Özet*. Dünya Enerji Konseyi Türkiye Hindistan Enerji Görünümü Raporu.
- Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2013). "Output, Renewable And Non-Renewable Energy Consumption and international Trade: Evidence From A Panel of 69 Countries". *Munich Personal Repec Archive*, 1-17.
- Jones, C. I. (2001). *İktisadi Büyümeye Giriş, Çeviri: Sanlı Ateş - İsmail Tuncer*. İstanbul: Literatür Yayınları.
- Kalkınma Bakanlığı (2013). *Onuncu Kalkınma Planı 2014-2018*. Ankara
- Kanat, G., & Ergüven, G. Ö. (2020). "Katı Atık Yönetiminde Kompostlaştırmanın Önemi, Problemler Ve Çözüm Önerileri: Türkiye Örneği". *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*(19), 66-71.
- Kanbur, G. B. (2021). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Üzerine Bir İnceleme*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Zonguldak: Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kapluhan, E. (2014). "Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu". *Marmara Coğrafya Dergisi*, (30), 97-125.

- Karabağ, N., Kayıkcı, C. B., & Öngen, A. (2021). "%100 Yenilenebilir Enerjiye Geçiş Yolunda Dünya ve Türkiye". *Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi*(21), 230-240.
- Karademir, C. (2020). *Cari Açık-Enerji İthalatı İlişkisi Ve Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Konya: Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kasatov A.D., K.V. (2019). "Yenilenebilir Enerji Kaynakları". *Enerji Güncel Sorunları Dergisi*, 396-399.
- Kaya, H. İ. (2020). *Yenilenebilir Enerji İstihdamında Küresel Durumun Değerlendirilmesi*. Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 10-21.
- Kelleci, S. Ü. (2009). *Avrupa Birliğine Giriş Sürecinde Türkiye'nin Rekabet Gücü: Karşılaştırmalı Üstünlükler Modeline Göre Sektörel Bir Analiz*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kelleci, S. Ü. (2009). *Avrupa Birliğine Giriş Sürecinde Türkiye'nin Rekabet Gücü: Karşılaştırmalı Üstünlükler Modeline Göre Sektörel Bir Analiz*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kerimoğlu, K. (2020). *Yenilenebilir Enerji İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki Bağlamında Türkiye'nin Enerji Politikalarının Değerlendirilmesi*. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Keskin, H. İ., & Aksoy, E. (2019). "OECD ve Gelişmekte Olan Ülkelerde Gelir Artışı Ve İşgücüne Katılım Arasındaki İlişki: Panel Eşbütünleşme Analizi". *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 54(1), 1-20.
- Kibritçioğlu, A. (1998). "İktisadi Büyümenin Belirleyicileri Ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri". *Aü Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 53(1-4), 1-22.
- Kılıç, F. Ç. (2015). "Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri". *Mühendis Ve Makina*, 56(671)(28-40).

- Kızılbay, S. (2017). *Ekonomik Büyüme Perspektifinden; Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Sürdürülebilir Kalkınma Arasındaki İlişki*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gebze: Gebze Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koç, S. (2018). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Piyasasında Uygulanan Tevriklerin Yatırımcılar Açısından Değerlendirilmesi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Koçaslan, G. (2006). *Türkiye’nin Enerji Kaynakları Ve Alternatif Bir Kaynak Olarak Rüzgar Enerjisinin Değerlendirilmesi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Köseoğlu, M., & Artan, G. (2020). "Göç, İşsizlik Ve Gelir Arasındaki İlişkilerin Analizi:Oecd Ülkeleri Örneği". *Uluslararası Ekonomi Ve Yenilik Dergisi*, 6(1), 61-81.
- Kutan, A. M., Ummalla, M., Paramati, S. R., & Zakari, A. (2017). "Financing Renewable Energy Projects İn Major Emerging Market Economies: Evidence İn The Perspective Of Sustainable Economic Development". *Emerging Markets* , 1-34.
- Lanza, V. (2012). "The Classical Approach To Capital Accumulation". *Classical Theory of Economic Growth*, 1-180.
- Lin, Boqiang ve Mohamed Moubarak (2014). "Renewable Energy Consumption – Economic Growth Nexus For China". *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 40, 111-117.
- Lukutin, B.V. (2008). *Yenilenebilir Elektrik Kaynakları. Derslik*. Tomsk Politeknik Üniversitesi.
- Manzella, A., Allansdottir, A., & Pellizzzone, A. (2019). *Geothermal Energy And Society* (Cilt 67). Springer.
- Mele, M. (2019). "Renewable Energy Consumption: The Effects On Economic Growth İn Mexico", *International Journal Of Energy Economics And Policy*, 9 (3), 269-273.

- Menegaki, A. N. (2011). "Growth And Renewable Energy İn Europe: A Random Effect Model With Evidence Forneutrality Hypothesis". *Energy Economics*, 33, 257-263.
- Muratoğlu, Y. (Tarih Yok). "Büyüme Ve İstihdam Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği". *Session 2c: Çalışma Ekonomisi*. Çorum: Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Mutlu, E. (2013, Mayıs). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Ekonomisi Ve Ankara İline Ait Swot Analizi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Kültür Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Neuhaus, L. (2016). "Examining The Renewable Energy Consumption-Economic Growth Nexus İn Sub-Saharan African Countries". *University Of Northern Iowa Uni Scholarworks*, 1-25.
- Oksay, C. (2014). "Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Rüzgar Enerjisinin Önemi Ve Türkiye’de Rüzgar Enerjisi Yatırımlarına Yönelik Teşvikler". *Niğde Ünivesitesi İibf Dergisi*, 7(1)(76-94).
- Omarlı, F. (2020). *Bilgi Teknolojilerinin OJSC "Azerenerji"nin Verimliliğini Artırmaya Etkisi*. (Yayımlanmış Yüksek lisans Tezi). Bakü: Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi.
- Ottmar Edenhofer, L. H. (2013). "Energy Economics". *Elsevier*, 40(S12-S13).
- Öcal, O., & Aslan, A. (2013). "Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus İn Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.
- Özcan, G., & Özmen, İ. (2018). "Küreselleşme Yükselen Ekonomilerde Gelir Dağılımını Etkiler mi?", *İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35-52.
- Özel, H. A. (2012). "Ekonomik Büyümenin Teorik Temelleri". *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2(1), 63-72.
- Özgüven, A. (1988). *Kalkınma*. İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Özgüven, A. (2001). *İktisadi Düşünceler*, İstanbul: Filiz Kitabevi.
- Öztürk, İ. (2010). "A Literature Survey On Energy-Growth Nexus". *Energy Policy*, 30, 340-349.

- Öztürk, N. (2010). "Klasik ve Neoklasik İktisatta Gelir Bölüşümü". *Çalışma Ve Toplum*, 1-24.
- P.M.Romer. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal Of Political Economy*, 71-102.
- Pao, H.-T., & Fu, H.-C. (2013). "Renewable Energy, Non-Renewable Energy And Economic Growth İn Brazil". *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392.
- Parasız, İ. (2008). *Ekonomik Büyüme Teorileri*. (3. Baskı). Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Payne, James E. (2012). "The Causal Dynamics Between US Renewable Energy Consumption, Output, Emissions, and Oil Prices. Energy Sources, Part B: Economics", *Planning, and Policy*. 7(4): 323-330.
- Perasan, M. H. (2004). "General Diagnostis Tests For Cross Section Dependence İn Panels". *Iza Discussion Paper*(1240), 1-39.
- Peşelioğlu, İ. (2007). *Avrupa Birliği Perspektifinde Türkiye Ekonomisinde Bölgesel Kalkınma Ajanslarının Uygulama İmkanları*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü .
- Popel, Ö.S. (2008). "Yenilenebilir Enerji Kaynakları: Modern ve Gelişmiş Enerjide Rolü Ve Yer"i. (D.I.Mendeleev'in adını taşıyan J. Ros. Chem. *Ob-VA dergisi*), 13 (2), 95-106.
- Rahmani, A. (2019). *Türkiye Ekonomisinde Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Bir Zaman Serisi Analizi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Razmi, Seyedeh Fatemeh vd. (2020). "The Relationship of Renewable Energy Consumption to Stock Market Development and Economic Growth in Iran". *Renewable Energy*, 145, 2019-2024.
- Romer, P. M. (1994). "New Goods, Old Theory, And The Welfare Costs Of Trade Restrictions". *Nber Working Paper Series*, 1-52.
- Rosa, A. V. (2005). *Fundamentals Of Renewable Energy Processes*. Stanford University Elsevier Academic Press.

- Salim, R. A., & Rafiq, S. (2012). "Why Do Some Emerging Economies Proactively Accelerate The Adoption Of Renewable Energy?", *Energy Economics*, 34, 1051-1057.
- Saygılı, Ş., Cihan, C., & Yurtoğlu, H. (2002, Aralık). "Türkiye Ekonomisinde Sermaye Birikimi, Büyüme Ve Verimlilik : 1972-2000". *Ekonomik Modeller Ve Stratejik Araştırmalar Genel Müdürlüğü*.
- Sebri, M., & Salha, O. B. (2014). "On The Causal Dynamics Between Economic Growth, Renewable Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions And Trade Openness: Fresh Evidence From Brics Countries". *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 1-21.
- Seddiqi, K. M. (2018). *Yeni Büyüme Teorileri Çerçevesinde Ekonomik Büyüme Ve Beşeri Sermaye İlişkisi: Afganistan Uygulaması (1980 – 2015)*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Selvi, N. (2017). *Ekonomik Büyüme Ve Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki: Türkiye Örneği*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Seyidoğlu, H. (2003). *Uluslararası İktisat*. İstanbul: Güzem Can Yayınları.
- Šimelytė, A., & Dudzevičiūtė, G. (2017). "Consumption Of Renewable Energy And Economic Growth". *Contemporary Issues In Business, Management And Education*, 1-10.
- Smith, A. (2005). *An Inquiry Into The Nature And Causes Of The Wealth Of Nations*. An Electronic Classics Series Publication.
- Solow, R. M. (1956). "A Contribution To The Theory Of Economic Growth". *Quarterly Journal Of Economics*, 70(1), 65-94.
- Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019). *On Birinci Kalkınma Planı 2007- 2013*.
- Taban, S. (2010). *İktisadi Büyüme Kavram Ve Modeller*. Eskişehir: Nobel Yayıncılık.
- Tahiroğlu, A. (2019). *Finansal Gelişme İle Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki İlişki: G20 Ülkeleri Örneği*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Gaziantep: Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Taner, A. C. (2011). *Güney Afrika Elektrik Üretimi Portföyü, Enerji Arz Güvenliği Zafiyeti ve Çıkmazı Sorunları Nedeni Ülke Geneline Yaşanan Elektrik Kesintileri ile Enerji*. Fizik Mühendisleri Odası.
- Tanrıseven, K. (2018). *Yenilenebilir Enerji Ve Ekonomik Büyümeye Etkisi: Türkiye Örneği*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Nevşehir: Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tansel, A., & Güngör, N. D. (1997). "The Educational Attainment Of Turkey's Labor Force Acomparison Across Provinces And Over Time". *Metu Studies In Development*, 24(4), 531-547.
- Tatoğlu, F. Y. (2018). *Panel Zaman Serileri Analizi*. (2. Baskı), İstanbul: Beta Yayınları.
- Tekin, M., & Özçelik, Ö. (2019). "Kavramsal Ve Teorik Çerçeve Üçüz Açık Sorunu". *Ekonomi Maliye İşletme Dergisi*, 2(2).
- Tiwari, A. (2011). "A Structural Var Analysis Of Renewable Energy Consumption, Real Gdp And CO<sub>2</sub> Emissions: Evidence From India". *Economics Bulletin*(2), 1793-1806.
- Tsaurai, K., & Ngcobo, L. (2020). "Renewable Energy Consumption, Education And Economic Growth İn Brazil, Russia, India, China, South Africa". *Nternational Journal Of Energy Economics And Policy*, 10(2), 26-34.
- Tunalı, H. (2016). *İktisadi Büyüme*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık Ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- Turan, T. (2008). *İktisadi Büyüme Teorisine Giriş*. İstanbul: Yalın Yayıncılık.
- Ünal, M.C. (2011). *Rus Dış Politikasında Enerjinin Rolü ve Avrupa Birliği Enerji Politikasına Etkisi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Ünsal, E. (2009). *Makro İktisat*. Ankara: İmaj Yayıncılık.
- Ünsal, S. (2019). *Türkiye'nin Rüzgar Enerjisi Politikalarının Etkinliğinin İncelenmesi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Ankara: Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Üzümcü, A. (2012). *İktisadi Büyüme: Teori, Model Ve Türkiye Üzerine Gözlemler*. İstanbul: Beta Yayınları.
- Varınca, K., & Gönüllü, M. T. (2006). "Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımının Çevresel Olumlu Etkileri". VI. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu.
- Westerlund, J. (2007). "Testing For Error Correction In Panel Data". *Oxford Bulletin Of Economics*, (69), 709-748.
- Yağcı, S. (2016). *İktisadi Büyüme Teorileri: 1980 Sonrası Türkiye’de Makroekonomik Değişkenlerin İktisadi Büyümeye Etkisi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yalman, İ. N. (2010). *Liberalizasyon Ve Ekonomik Büyüme İlişkileri: Bir Kısım Latin Amerika Ve Güney Doğu Asya Tipi Ülkelerin Karşılaştırılması*. (Yayımlanmış Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yamaç, H. İ. (2016). *Dalga Enerjisi Dönüşüm Sistemlerinde Enerji Hasatı İçin Piezoelektrik Malzeme Kullanılması Durumunda Sistemlerin Modellenmesi Ve Analizinin Yapılması*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Elazığ: Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yapar, M. (2020). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kullanımı-İktisadi Büyüme İlişkisi: Gelişmekte Olan Ülkeler Ve Türkiye Örneği*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü.
- Yardımcı, P. (2006). "İçsel Büyüme Modelleri Ve Türkiye Ekonomisinde İçsel Büyümenin Dinamikleri". *Selçuk Üniversitesi Karaman İ.İ.B.F. Dergisi*(10), 96-115.
- Yetişen, S. (2015). *İstatiki Bölge Birimleri Sınıflandırılması Düzey 2 Bölgelerinde Beşeri Sermaye Yapısının Karşılaştırılması : Panel Veri Analizi*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Yılmaz, M. (2012). "Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi". *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2)(33-54).

- Yılmaz, Ö., & Akıncı, M. (2012). *İktisadi Büyüme ve Makroekonomik Belirleyicileri*. İstanbul: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Yılmaz, S. S. (2018). *Türkiye’de ve Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Yulek, M. (1997, Nisan). "İçsel Büyüme Teorileri, Eden Eden ve Kamu Onu Satırları". *Hazine Dergisi*, (6), 1-15.
- Zeren, A. B. (2019). *Does A Positive Relationship Between Renewable Energy*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

#### **İNTERNET KAYNAKLARI**

- <https://www.worldbank.org/>, (Erişim Tarihi: 20.07.2021).
- <https://www.oecd.org/>, (Erişim Tarihi: 29.07.2021).

**ÖZGEÇMİŞ**

|                         |                                                                       |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Kişisel Bilgiler</b> |                                                                       |
| Adı Soyadı              | Amirkhan MAMMADOV                                                     |
| Doğum Yeri ve Tarihi    |                                                                       |
| <b>Eğitim Durumu</b>    |                                                                       |
| Lisans Öğrenimi         | Azerbaycan Devlet İktisat Üniversitesi, İşletme bölümü                |
| Y. Lisans Öğrenimi      | Atatürk Üniversitesi, İktisadi Gelişme ve Uluslararası İktisat bölümü |
| Bildiği Yabancı Diller  | Rusça, İngilizce                                                      |
| Bilimsel Faaliyetleri   |                                                                       |
| <b>İş Deneyimi</b>      |                                                                       |
| Stajlar                 |                                                                       |
| Projeler                |                                                                       |
| Çalıştığı Kurumlar      |                                                                       |
| <b>İletişim</b>         |                                                                       |
| E-Posta Adresi          |                                                                       |
| <b>Tarih</b>            | 13.09.2021                                                            |