

# **ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK VE SOSYAL ETKİLERİ**

**Betül KAHYA**

**Yüksek Lisans Tezi**

**İleri Teknolojiler Anabilim Dalı**

**Enerji Kaynakları ve Yönetimi**

**Danışman: Prof. Dr. Bülent AÇMA**

**Eskişehir**

**Eskişehir Teknik Üniversitesi**

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Ocak 2021**

# ÖZET

## ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK VE SOSYAL ETKİLERİ

Betül KAHYA

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Enerji Kaynakları ve Yönetimi

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ocak 2021

Danışman: Prof. Dr. Bülent AÇMA

Enerji başta insanlar olmak üzere tüm canlıların yaşam faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinin korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Fotosentez için gerekli olan güneş ve tüketilen besinlerin dönüşümü için gerekli olan kimyasal enerji kullanımı başta olmak üzere canlıların tüm günlük ve yaşamsal faaliyetleri enerji girdisi gerektirir. Teknoloji, nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşmenin beraberinde getirdiği enerji ihtiyaçları enerjiye olan talebin artışı hızlandırmıştır. Enerjiye olan bu talep artışı enerji tüketiminin neden olduğu ekonomik ve sosyal etkileri de arttırmaya devam etmektedir.

Bu çalışmada enerji tüketiminin neden olduğu ekonomik ve sosyal etkiler detaylı olarak ele alınmıştır. Her geçen gün büyümeye devam eden enerji ekonomisinde dışa bağımlılık, küresel ısınmaya bağlı iklim değişiklikleri ve termik santrallerin sebep olduğu sağlık sorunları başta olmak üzere enerji tüketimi kaynaklı ortaya çıkan tüm etkiler değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile enerji tüketiminin neden olduğu etkilerin detaylandırılması ve oluşan etkilerin sonuçlarına yönelik faaliyetlerin yürütülmesinde yararlanılabilecek yöntemlerin incelenmesi amaçlanmıştır. Enerji tüketiminin neden olduğu ekonomik ve sosyal etkilerin kısa ve uzun vadeli yansımaları gelecekte karşılaşılabilecek sorunların önüne geçilebilmesi için önemli bir adım olacaktır.

**Anahtar Sözcükler:** Enerji, Tüketim, Ekonomik, Sosyal, Etkiler.

**ABSTRACT**  
**ECONOMIC AND SOCIAL IMPACTS OF ENERGY CONSUMPTION**

Betül KAHYA

Department of Advanced Technologies

Programme in Energy Resources and Management

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, January 2021

Supervisor: Prof. Dr. Bülent AÇMA

Energy is great importance in terms of maintaining the sustainability of life activities for all creatures, especially humans. All daily and vital activities of living things require energy input particularly solar energy usage for photosynthesis and chemical energy usage for transformation of nutrients. Energy requests that brought by technology, population growth, urbanization and industrialization have accelerated the increase in demand for energy. This increasing of energy demand, continues to increase the economic and social effects caused by energy consumption.

In this study, economic and social effects of energy consumption are discussed in detail. In the energy economy which continues to grow day by day all the impacts arising from energy consumption including foreign dependence, global warming climate changes and health problems caused by thermal power plants have been evaluated. With this study, it is aimed to detailed the effects caused by energy consumption and to examine the methods that can be used in carrying out the activities for the results of the effects. Short and long-term reflections of economic and social impacts caused by energy consumption will be an important step to prevent problems that can be in the future

**Keywords:** Energy, Consumption, Economic, Social, Impacts.

## TEŞEKKÜR

‘‘Enerji Tüketiminin Ekonomik ve Sosyal Etkileri’’ başlıklı yüksek lisans tezinin tüm aşamalarında görüş, katkı ve yardımlarıyla destek veren, geniş kapsamlı bilgileriyle yol gösteren değerli tez danışmanım Prof. Dr. Bülent Açma’ ya ilgisi, desteği ve katkıları için saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Betül KAHYA



## **ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ**

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Eskişehir Teknik Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Betül KAHYA

## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

|                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------|-----|
| BAŞLIK SAYFASI .....                                             | i   |
| JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....                                       | ii  |
| ÖZET .....                                                       | iii |
| ABSTRACT.....                                                    | iv  |
| TEŞEKKÜR .....                                                   | v   |
| ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....                 | vi  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                | vii |
| TABLolar DİZİNİ .....                                            | x   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....                                            | xi  |
| GÖRSELLER DİZİNİ .....                                           | xiv |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                             | xv  |
| 1. GİRİŞ.....                                                    | 1   |
| 2. ENERJİ KAVRAMI VE TÜRLERİ.....                                | 3   |
| 2.1. Yerçekimi Enerjisi .....                                    | 3   |
| 2.2. Termal Enerjisi .....                                       | 4   |
| 2.3. Elektrik Enerjisi.....                                      | 4   |
| 2.4. Kimyasal Enerjisi.....                                      | 4   |
| 2.5. Işık Enerjisi .....                                         | 4   |
| 2.6. Nükleer Enerji.....                                         | 4   |
| 2.7. Mekanik Enerji .....                                        | 4   |
| 3. ENERJİ KAYNAKLARI.....                                        | 5   |
| 4. ENERJİ KAYNAKLARININ DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE GENEL DURUMU ..... | 7   |
| 4.1. Birincil Enerji Kaynakları .....                            | 7   |
| 4.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları .....                         | 12  |
| 4.2.1. Kömür .....                                               | 13  |

|          |                                                          |           |
|----------|----------------------------------------------------------|-----------|
| 4.2.1.1. | <i>Dünyada kömür görünümü.....</i>                       | <i>14</i> |
| 4.2.1.2. | <i>Türkiye’de kömür görünümü .....</i>                   | <i>15</i> |
| 4.2.2.   | <b>Petrol .....</b>                                      | <b>15</b> |
| 4.2.2.1. | <i>Dünyada petrol görünümü .....</i>                     | <i>16</i> |
| 4.2.2.2. | <i>Türkiye’de petrol görünümü .....</i>                  | <i>17</i> |
| 4.2.3.   | <b>Doğalgaz.....</b>                                     | <b>18</b> |
| 4.2.3.1. | <i>Dünyada doğalgaz görünümü .....</i>                   | <i>19</i> |
| 4.2.4.   | <b>Nükleer Enerji.....</b>                               | <b>20</b> |
| 4.2.4.1. | <i>Dünyada nükleer enerji görünümü.....</i>              | <i>20</i> |
| 4.2.4.2. | <i>Türkiye’de nükleer enerji görünümü.....</i>           | <i>21</i> |
| 4.3.     | <b>Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....</b>              | <b>21</b> |
| 4.3.1.   | <b>Hidrolik enerji.....</b>                              | <b>22</b> |
| 4.3.1.1. | <i>Dünyada hidrolik enerji görünümü .....</i>            | <i>22</i> |
| 4.3.1.2. | <i>Türkiye’de hidrolik enerji görünümü .....</i>         | <i>23</i> |
| 4.3.2.   | <b>Güneş enerjisi .....</b>                              | <b>24</b> |
| 4.3.2.1. | <i>Dünyada güneş enerjisi görünümü.....</i>              | <i>24</i> |
| 4.3.2.2. | <i>Türkiye’de güneş enerjisi görünümü.....</i>           | <i>25</i> |
| 4.3.3.   | <b>Biyokütle enerjisi .....</b>                          | <b>26</b> |
| 4.3.3.1. | <i>Dünyada biyokütle enerjisi görünümü .....</i>         | <i>26</i> |
| 4.3.3.2. | <i>Türkiye’de biyokütle enerjisi görünümü.....</i>       | <i>27</i> |
| 4.3.4.   | <b>Rüzgar enerjisi .....</b>                             | <b>28</b> |
| 4.3.4.1. | <i>Dünyada rüzgar enerjisi görünümü.....</i>             | <i>28</i> |
| 4.3.4.2. | <i>Türkiye’de rüzgar enerjisi görünümü.....</i>          | <i>29</i> |
| 4.3.5.   | <b>Jeotermal enerji .....</b>                            | <b>29</b> |
| 4.3.5.1. | <i>Dünyada jeotermal enerji görünümü.....</i>            | <i>30</i> |
| 4.3.5.2. | <i>Türkiye’de jeotermal enerji görünümü.....</i>         | <i>30</i> |
| 4.3.6.   | <b>Dalga, gel-git enerjisi .....</b>                     | <b>31</b> |
| 4.3.6.1. | <i>Dünyada dalga, gel-git enerjisi görünümü.....</i>     | <i>31</i> |
| 4.3.6.2. | <i>Türkiye’de dalga, gel-git enerjisi görünümü .....</i> | <i>32</i> |
| 4.3.7.   | <b>Hidrojen enerjisi .....</b>                           | <b>32</b> |
| 4.3.7.1. | <i>Dünyada hidrojen enerjisi görünümü.....</i>           | <i>33</i> |
| 4.3.7.2. | <i>Türkiye’de hidrojen enerjisi görünümü.....</i>        | <i>33</i> |
| 5.       | <b>ENERJİ TÜKETİMİ .....</b>                             | <b>34</b> |

|                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>6. ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER.....</b>                              | <b>35</b> |
| <b>7. ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK ETKİLERİ .....</b>                              | <b>37</b> |
| 7.1. Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi.....                             | 38        |
| 7.2. Enerji Tüketiminin İstihdam Oranları İle İlişkisi .....                      | 44        |
| 7.3. Enerji Tüketiminin Enerji Fiyatlarına Etkisi .....                           | 46        |
| <b>8. ENERJİ TÜKETİMİNİN SOSYAL ETKİLERİ.....</b>                                 | <b>48</b> |
| 8.1. Enerji Tüketiminin Çevresel Etkileri.....                                    | 48        |
| 8.2. Enerji Tüketiminin Enerji Kaynaklarına Etkisi.....                           | 54        |
| 8.3. Enerji Tüketiminin Sağlık Üzerindeki Etkileri.....                           | 56        |
| 8.4. Enerji Tüketiminin Canlılar Üzerindeki Etkileri .....                        | 59        |
| 8.5. Enerji Tüketiminin Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Etkileri .....             | 63        |
| 8.6. Enerji Tüketiminin Ulusal Enerji Politikaları Üzerindeki Etkisi .....        | 67        |
| <b>9. REGRESYON METODUYLA ENERJİ TÜKETİMİNİN<br/>ETKİLERİNİN İNCELENMESİ.....</b> | <b>71</b> |
| 9.1. Regresyon Analizi .....                                                      | 71        |
| 9.2. Enerji Tüketiminin Ekonomik ve Sosyal Etkilerinin Regresyon<br>Analizi ..... | 72        |
| <b>10. BULGULAR, TARTIŞMA VE KARŞILAŞTIRMA .....</b>                              | <b>87</b> |
| <b>11. SONUÇ.....</b>                                                             | <b>89</b> |
| <b>KAYNAKÇA.....</b>                                                              | <b>90</b> |
| <b>ÖZGEÇMİŞ</b>                                                                   |           |

## TABLÖLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                                                                                                              |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4.1.</b> Dünya birincil enerji tüketim sıralaması.....                                                                                                                              | 8  |
| <b>Tablo 4.2.</b> Ülke bazlı güneş enerjisi kurulu gücü, 2018.....                                                                                                                           | 24 |
| <b>Tablo 4.3.</b> Küresel bazlı biyokütle enerjisi kurulu gücü, 2018 .....                                                                                                                   | 26 |
| <b>Tablo 4.4.</b> Türkiye'de biyokütle enerjisi görünümü .....                                                                                                                               | 27 |
| <b>Tablo 4.5.</b> Bölgesel dalga yoğunlukları .....                                                                                                                                          | 32 |
| <b>Tablo 6.1.</b> Elektrik enerjisi talep projeksiyonu sonuçları – yıllık bazda talep ve<br>değişim oranları .....                                                                           | 35 |
| <b>Tablo 7.1.</b> GSYH ve enerji tüketim, üretim oranları.....                                                                                                                               | 39 |
| <b>Tablo 7.2.</b> Türkiye’de GSYİH ve yenilenebilir enerji kaynakları üretimi .....                                                                                                          | 43 |
| <b>Tablo 7.3.</b> Yatırımların ve elde edilmesi öngörülen tasarrufların yıllara göre<br>değişimi.....                                                                                        | 44 |
| <b>Tablo 8.1.</b> Fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkilerinin<br>karşılaştırılması .....                                                                                | 50 |
| <b>Tablo 8.2.</b> Enerji sistemlerinin ölüm riskleri, 2005.....                                                                                                                              | 57 |
| <b>Tablo 8.3.</b> Kişi başına GSYİH, enerji tüketimi ve toplam enerji kullanımı<br>içerisinde birincil enerji kullanım payı .....                                                            | 64 |
| <b>Tablo 8.4.</b> Kişi başı GSYİH ve kişi başı elektrik enerjisi tüketimi .....                                                                                                              | 65 |
| <b>Tablo 8.5.</b> Kişi başı GSYİH ve bebek ölüm oranları .....                                                                                                                               | 66 |
| <b>Tablo 9.1.</b> 1960-2019 Yılları Arası Türkiye Enerji Tüketimi, GSYH,<br>Karbondiyoksit Emisyonu, Enerji İthalatının Toplam Enerji<br>Kullanımındaki Payı ve Kişi Başına Düşen GSYH ..... | 73 |
| <b>Tablo 9.2.</b> 1960-2019 Yılları Arasında Enerji Tüketimi ve GSYH Verileri .....                                                                                                          | 74 |
| <b>Tablo 9.3.</b> 1960-2015 Yılları Arasında Enerji Tüketimi ve Enerji İthalatının<br>Toplam Enerji Kullanımındaki Payı, % .....                                                             | 76 |
| <b>Tablo 9.4.</b> 1960-2016 Yılları Arasında Enerji Tüketimi ve Karbondiyoksit<br>Emisyonu .....                                                                                             | 79 |
| <b>Tablo 9.5.</b> 1970-2019 Yılları Arası Türkiye ve Almanya Enerji Tüketimi ile Kişi<br>Başına Düşen GSYH Verileri .....                                                                    | 82 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1. Enerji türleri .....                                                                        | 3  |
| Şekil 3.1. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması .....                                                | 6  |
| Şekil 4.1. Dünya ekonomisi ve birincil enerji tüketimi arasındaki ilişki.....                          | 7  |
| Şekil 4.2. Birincil enerji üretiminin gelişimi EU-28,2017 (2007=100, ton eşdeğer petrol bazında) ..... | 9  |
| Şekil 4.3. Birincil enerji üretimi EU-28,2017.....                                                     | 10 |
| Şekil 4.4. Dünya birincil enerji tüketim oranlarının kaynak bazlı dağılımı,2015 .....                  | 10 |
| Şekil 4.5. Birincil Enerji Talebi.....                                                                 | 11 |
| Şekil 4.6. Türkiye brüt elektrik üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre aylık dağılımı .....     | 11 |
| Şekil 4.7. Dünya enerji arzının yıllık değişimi .....                                                  | 12 |
| Şekil 4.8. Türkiye'nin enerji kaynakları bakımından dışa bağımlılığı (Yüzde, 2010-2016).....           | 13 |
| Şekil 4.9. Dünya enerji talebinde değişim, 2017-2040.....                                              | 14 |
| Şekil 4.10. Ülkeler bazında kömürün genel durumu .....                                                 | 14 |
| Şekil 4.11. Türkiye'nin kömür üretimi, ithalatı ve tüketimi (milyon ton) .....                         | 15 |
| Şekil 4.12. Petrol kullanımının sektörel dağılımı .....                                                | 16 |
| Şekil 4.13. Petrol üretiminin dağılımı.....                                                            | 16 |
| Şekil 4.14. Küresel petrol tüketimi .....                                                              | 17 |
| Şekil 4.15. 2019 Yılı aralık ayı sonu itibariyle arz-talep dengesi (ton) .....                         | 17 |
| Şekil 4.16. Doğalgaz kullanımının sektörel dağılımı .....                                              | 18 |
| Şekil 4.17. Küresel doğalgaz üretimi ve talebi, 2017 (bcm).....                                        | 19 |
| Şekil 4.18. Türkiye'de doğalgaz üretimi, tüketimi, ithalatı ve ihracatının değerlendirilmesi.....      | 19 |
| Şekil 4.19. Ülke bazlı küresel nükleer santral dağılımı .....                                          | 20 |
| Şekil 4.20. Enerji arzında yenilenebilir enerjinin payı, % .....                                       | 22 |
| Şekil 4.21. Hidrolik enerji kurulu kapasitesinin dünya genelindeki dağılımı, 2016.....                 | 23 |
| Şekil 4.22. Ülke bazlı güneş enerjisi kurulu gücünün yüzdelik dağılımı .....                           | 25 |
| Şekil 4.23. Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücünün küresel payı, 2018 .....                         | 25 |
| Şekil 4.24. Ülkeler bazında biyokütle enerjisinin elektrik üretimde kullanımı .....                    | 27 |
| Şekil 4.25. Rüzgar enerjisi kurulu gücünün bölgesel dağılımı .....                                     | 29 |

|                                                                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 4.26. Jeotermal enerjinin bölgesel dağılımı.....                                                         | 30 |
| Şekil 4.27. Hidrojen yayılımı için mevcut politika desteği .....                                               | 33 |
| Şekil 5.1. Ağustos ayı enerji tüketim oranı (ktoe, %).....                                                     | 34 |
| Şekil 7.1. Türkiye enerji ithalatı ve cari açık ilişkisi .....                                                 | 37 |
| Şekil 7.2. Enerji tüketiminin sektörel dağılımı.....                                                           | 40 |
| Şekil 7.3. GSYH büyümesine katkılar (üretim yönünden), 2018.....                                               | 41 |
| Şekil 7.4. GSYH ve toplam enerji tüketimi (yıllık değişimler).....                                             | 41 |
| Şekil 7.5. Enerji sektörüne verilen kredilerin toplam içindeki payı,2018 .....                                 | 42 |
| Şekil 7.6. Teknolojiye göre küresel yenilenebilir enerji istihdamı, 2012-2018.....                             | 45 |
| Şekil 7.7. Ülke bazlı küresel yenilenebilir enerji istihdamı.....                                              | 45 |
| Şekil 7.8. Sektörel enerji verimliliği iyileştirmelerinin nihai enerji talebi<br>üzerindeki etkisi, EJ/yr..... | 46 |
| Şekil 8.1. Enerji tüketiminin sosyal etkileri .....                                                            | 48 |
| Şekil 8.2.Küresel enerji tüketimi .....                                                                        | 49 |
| Şekil 8.3. Küresel CO <sub>2</sub> salınımı değişimleri.....                                                   | 51 |
| Şekil 8.4. Küresel karbondioksit salınımı.....                                                                 | 52 |
| Şekil 8.5. Fosil yakıtların tahmini rezerv ömürleri.....                                                       | 54 |
| Şekil 8.6. Konutlarda elektrik kullanımının dağılım payı .....                                                 | 61 |
| Şekil 8.7. Dünya petrol rezervleri, milyar varil .....                                                         | 68 |
| Şekil 9.1. Elde Edilen GSYH Regresyon Analizi ve Formülü .....                                                 | 74 |
| Şekil 9.2. GSYH ve Enerji Tüketimi İlişkisi Grafiği .....                                                      | 75 |
| Şekil 9.3. Enerji Tüketimi ve GSYH Değişimi Grafiği.....                                                       | 76 |
| Şekil 9.4. Elde Edilen Enerji İthalatı Regresyon Analizi ve Formülü.....                                       | 77 |
| Şekil 9.5. Enerji Tüketimi ile Enerji İthalatının Toplam Enerji Kullanımındaki<br>Payının İlişkisi .....       | 78 |
| Şekil 9.6. Elde Edilen Karbondioksit Salınım Regresyon Analizi ve Formülü.....                                 | 80 |
| Şekil 9.7. Enerji Tüketimi ile Karbondioksit Salınımı İlişkisi .....                                           | 80 |
| Şekil 9.8. Enerji Tüketimi ve Karbondioksit Emisyonu Değişim Grafiği.....                                      | 81 |
| Şekil 9.9. Türkiye Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Düşen GSYH İlişkisine Ait<br>Analiz Sonuçları.....           | 83 |
| Şekil 9.10. Türkiye Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Düşen GSYH İlişkisine Ait<br>Grafik .....                   | 83 |

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 9.11.</b> Almanya Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Düşen GSYH İlişkisine Ait |    |
| Analiz Sonuçları.....                                                               | 84 |
| <b>Şekil 9.12.</b> Almanya Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Düşen GSYH İlişkisine Ait |    |
| Grafik .....                                                                        | 85 |



## GÖRSELLER DİZİNİ

### Sayfa

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| Görsel 4.1. Okyanus güç teknolojileri..... | 31 |
|--------------------------------------------|----|



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                   |                                                                                                        |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LPG               | : Sıvılaştırılmış Petrol Gazı                                                                          |
| GSYH              | : Gayri Safi Yurt İçi Hasıla                                                                           |
| TEP               | : Ton Eşdeğer Petrol                                                                                   |
| MTEP              | : Milyon Ton Eşdeğer Petrol                                                                            |
| OECD              | : Organisation for Economic Co-operation and<br>Development<br>(Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü) |
| TEİAŞ             | : Türkiye Elektrik İletim A.Ş.                                                                         |
| O                 | : Oksijen                                                                                              |
| C                 | : Karbon                                                                                               |
| H                 | : Hidrojen                                                                                             |
| OPEC              | : Organization of Petroleum Exporting Countries<br>(Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü)                  |
| ABD               | : Amerika Birleşik Devletleri                                                                          |
| US                | : Amerika Birleşik Devletleri                                                                          |
| Bcm Meter         | : Billion Cubic Meter = Milyar Metreküp                                                                |
| Sm <sup>3</sup>   | : Standard Metreküp                                                                                    |
| SSCB              | : Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği                                                               |
| MW                | : Megawatt                                                                                             |
| TWh               | : Gigawatt                                                                                             |
| GW                | : Metrik ton karbondioksit eşdeğeri                                                                    |
| MtCO <sub>2</sub> | : Yüzde                                                                                                |
| %                 | : International Energy Agency<br>(Uluslararası Enerji Ajansı)                                          |
| IEA               |                                                                                                        |
| kt                | : Kiloton                                                                                              |
| IHA               | : International Hydropower Association<br>(Uluslararası Hidroenerji Birliği)                           |
| IRENA             | : International Renewable Energy Agency<br>(Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı)                  |

|          |                                                                                    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| IMF      | : International Monetary Fund<br>(Uluslararası Para Fonu)                          |
| EİGM     | : Enerji İşleri Genel Müdürlüğü                                                    |
| EIA      | : U.S. Energy Information Administration<br>Amerika Enerji Bilgi Dairesi           |
| TKİ      | : Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu                                                 |
| MAPEG    | : Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü                                           |
| AGED     | : Atık Kağıt ve Geri Dönüşümcüler Derneği                                          |
| TÜİK     | : Türkiye İstatistik Kurumu                                                        |
| İNSAMER  | : İHH İnsani ve Sosyal Araştırmalar Merkezi                                        |
| İHH      | : İnsani Yardım Vakfı                                                              |
| EUROSTAT | : Avrupa İstatistik Ofisi                                                          |
| MTA      | : Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü                                            |
| ETKB     | : Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı                                              |
| STATISTA | : The Statistics Portal for Market Data<br>Piyasa Verileri için İstatistik Portalı |

## 1. GİRİŞ

Enerji tüm canlılar için her geçen gün artan öneme sahip olan bir yaşam kaynağıdır. Enerjiye olan talep ateşin icadından başlayarak günümüze kadar artarak devam etmiştir. Enerjiye olan talep yaşam faaliyetlerinin sürdürülmesi amacı ile başlayıp günümüzde sosyal ve ekonomik kalkınma girdisi olarak yerini almıştır.

Enerji talebi ısınma, elektrikli ev eşyalarının kullanımı, araçların yakıt ihtiyacı gibi günlük yaşam faaliyetlerinin yanı sıra ekonomik faaliyetlerin devamlılığının da sağlanmasını amaçlar. Sanayi devrimi ile başlayan insan gücünün yerini makine kuvvetlerinin alması süreci enerjiye olan talebin artışı hızlandırmıştır. Sanayileşme ile enerji, üretimin bir girdisi haline gelmiş ve endüstriyel gelişime katkı sağlamıştır.

Enerji tüketiminin belirleyicileri ele alındığında başta sanayileşme olmak üzere nüfus, ekonomik gelişim, teknoloji, gelir düzeyi ve enerji fiyatlandırmasıdır. Enerji tüketiminin etkilerinin daha kapsamlı incelenebilmesi için öncelikle tüketimi tetikleyen faktörler iyi irdelenmelidir. Teknoloji ve beraberinde getirdiği cihazlar, sanayileşme ve üretim girdileri, artan nüfus ve enerji talebinin paralelliği, ülkelerin ekonomik büyümelerinin enerji talebine doğrudan etkileri analiz edilmelidir. Aynı zaman da bu analizler ile gelecekte enerji taleplerinde beklenen artışlar ve talep tahminleri de yapılabilecektir. Bu sayede ekonomik gelişmenin geleceği, teknolojinin talebe etkileri ve nüfusun talepler üzerindeki etki dağılımları da ele alınabilmektedir.

Enerjiye olan talebin her geçen gün artması Türkiye gibi kendi enerji talebini karşılayamayan ülkeler için ekonomi de dışa bağımlılığı da arttırmaya başlayacaktır. Gelecekte enerji taleplerinde beklenen artışların analizi ile dışa bağımlılık oranları hesaplanabilecek ve çözüm yolları araştırılmaya başlanacaktır. Enerji de dışa bağımlılığı azaltmanın en iyi yolu ülkelerin kendi kaynaklarına dönmelerinden geçer. Küreselleşen dünya ülkelerin kendi tükenmeyen temiz kaynaklarını kullanmalarına zemin hazırlamaktadır. Bu sebeple ülkeler güneş, rüzgar, hidroelektrik gibi kendi öz değerlerine önem vermeye başlamış ve bu değerleri enerji kaynağı olarak kullanmaya önem vermişlerdir. Bu sayede hem küreselleşmenin hem de ekonomide dışa bağımlılığın önüne geçilebilecektir.

Enerji tüketiminin artışı çevreye ve canlılara zarar vererek küreselleşmeyi hızlandırmıştır. Küreselleşme canlıların soluduğu havadan beslenmelerine kadar tüm yaşamsal döngüleri etkilemektedir. Ozon tabakasına zarar vererek ekosistemi bozmakta ve canlıların yaşamlarını tehdit etmektedir. Bu durum birçok sağlık problemini de beraberinde getirmektedir. Bu çalışmanın amacı enerji tüketiminin neden olduğu ekonomik ve sosyal etkilerin belirlenmesi ve bu etkilerin canlılar üzerindeki yansımalarını tanımlayabilmektir.

Bu çalışma 3 ana konu altında toplanarak ilk olarak enerji tanımı ve türleri ele alınmıştır. Enerji kavramının ve türlerinin tanımlanması ile enerji kaynaklarına değinerek enerji kaynaklarının tüketim etkilerine yansısı detaylandırılmıştır. Dünyada ve Türkiye’de enerji görünümü detaylı bir biçimde ele alınarak tüketim oranları ele alınmıştır. Böylece enerji tüketim oranları, kullanılan kaynaklar ve canlılara etkileri detaylandırılmıştır.

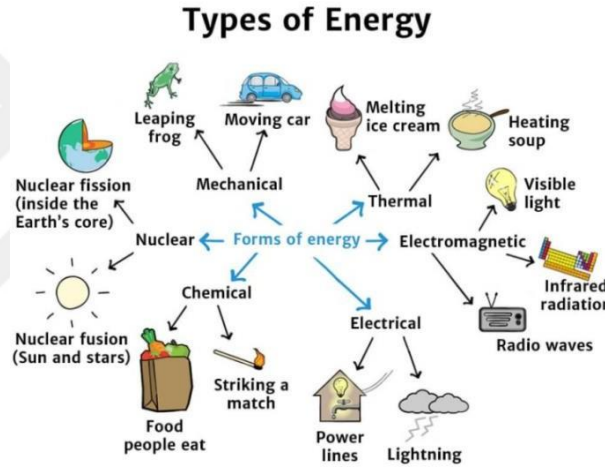
İkinci temel konu olarak enerji tüketimini etkileyen faktörler ele alınmıştır. Teknoloji, sosyal ve ekonomik nedenler, nüfus etkisi, sanayileşme, konutlaşma, gelir dengeleri, enerji fiyatları detaylı olarak ele alınmıştır. Tüketimi etkileyen faktörlerin detaylı bir biçimde tanımlanması enerji tüketiminin analiz edilmesini kolaylaştırmıştır. Böylece gelecekte olabilecek durumlar ele alınabilmekte ve enerji tahminleri yapılabilmektedir.

Son bölümde ise enerji tüketiminin ekonomik ve sosyal etkileri ele alınmıştır. Küreselleşme, ekosistemin bozulması, sağlık problemleri, canlı türlerinin azalması, ekonomide dışa bağımlılık, teknolojinin enerjiye olan bağımlılığı arttırması, enerji arz güvenliğinin gerekliliği ve tüm bunlar üzerinde enerji tüketiminin etkileri değerlendirilmiştir. Bu etkilerin canlılar üzerindeki olumsuz yansımalarına değinilerek çalışma tamamlanmıştır.

## 2. ENERJİ KAVRAMI VE TÜRLERİ

Kısaca iş yapabilme kabiliyeti olarak tanımlanan enerji kavramı Yunanca kökenli olup bir sistemin iş yapabilmesi için gerekli olan kuvvettir. Başka bir tanımla doğada yok olmayan ancak başka türlere dönüşebilen ve anlamı iş yapma yeteneği olan Yunanca energon sözcüğünden türeyen bir güçtür. Sanayileşme ile üretimin önemli bir girdisi haline gelen enerji, ekonomik ve sosyal kalkınma göstergesi halini almıştır. (Tugal, 2014, s. 4).

İş yapabilmek için gerekli olan enerji doğada farklı formlarda yer almaktadır. Bu farklılık enerji türlerini ortaya çıkarmaktadır. Bu enerji türleri Şekil 2.1. 'de görülebileceği gibi kimyasal enerji, mekanik enerji, termal enerji, yerçekimi enerjisi, elektrik enerjisi, nükleer enerji ve ışık enerjisi olarak incelenebilir.



Şekil 2.1. Enerji türleri<sup>1</sup>

### 2.1. Yerçekimi Enerjisi

Yerçekimi nesneleri ve canlıları yerde tutan kuvvettir. Bu kuvvet ile iş yapılırsa enerji açığa çıkmış olur. Hidrolik santrallerde yerçekimi enerjisinden faydalanılarak suyun akış gücüyle enerji elde edilmiş olur.

Yerçekimi nesneleri ve canlıları yerde tutan kuvvettir. Bu kuvvet ile iş yapılırsa enerji açığa çıkmış olur. Hidrolik santrallerde yerçekimi enerjisinden faydalanılarak suyun akış gücüyle enerji elde edilmiş olur. (Tugal, 2014, s. 4).

<sup>1</sup> <https://www.solarschools.net/knowledge-bank/energy/types> (Erişim tarihi: 19.02.20)

## **2.2. Termal Enerjisi**

Isı enerjisi olarak da adlandırılan termal enerji sıcaklık artışı ile atom ve moleküllerin hızlı hareket etmesiyle açığa çıkan kuvvettir. Maddenin sıcaklığı arttırıldıkça parçacıkların hareketi artar ve daha fazla termal enerjisi ortaya çıkar. Termal enerji endüstriyel alanda, ev ısıtma sistemlerinde ve termal turizm başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. (Bayarı, tarihsiz, s. 5).

## **2.3. Elektrik Enerjisi**

Elektrik enerjisi birincil enerji kaynaklarının dönüşümü ile açığa çıkan ve elektron yüklerinin hareketlerinden doğan ve depolanabilen bir kuvvettir. Bu yüklerin hareketleri arttıkça açığa çıkan enerji de artar. Elektrik enerjisinin başlıca kullanım alanları konutlarda, endüstriyel uygulamalarda ve ulaşımıdır.

## **2.4. Kimyasal Enerjisi**

Atom ve molekül gibi kimyasal bileşiklerin bağlarında depolanan ve kimyasal bir reaksiyon ile açığa çıkan enerjiye kimyasal enerji denir. Odun içerisinde kimyasal enerji taşır ve ısıyla birlikte bu enerji ısı ve ışık enerjisine dönüşür.

## **2.5. Işık Enerjisi**

Elektromanyetik radyasyon ile açığa çıkan ışık enerjisi gözle görülebilir bir enerjidir. Nesneleri oluşturan atomların hareketleriyle ortaya çıkan fotonlar ışığın temel taşlarıdır. Yani atom hareketi ne kadar fazla olursa ortaya çıkan fotonla birlikte ışık da o kadar fazla olur.

## **2.6. Nükleer Enerji**

Nükleer enerji atom çekirdeklerinin kaynaşması veya birleşmesi ile oluşan nükleer füzyon veya fizyonun serbest kalmasıyla açığa çıkan enerjidir. Uranyum kolay fizyonlanabilen bir element olduğu için nükleer santrallerde kullanımı tercih edilir.

## **2.7. Mekanik Enerji**

Mekanik enerji nesnelerin hareketiyle oluştuğu için hareket enerjisi olarak da adlandırılır. Cisimlerin hareketleri ile ortaya çıkan potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamı mekanik enerjiyi oluşturur. Yani hareket ne kadar hızlı ve fazla ise mekanik enerji de o kadar fazladır. Mekanik enerji genellikle diğer enerji türlerine dönüştürülür.

### 3. ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji kaynakları temel amacı enerji üretmek olan ve bu amaç doğrultusunda enerjinin dönüşümünden yararlanan kaynaklardır. Endüstriyel uygulamalar ve insan gücüyle enerji kaynakları birbirlerine dönüştürülebilir. Bu dönüşümün temel sebebi doğada kendiliğinden var olan enerji kaynaklarından elde edilebilecek enerjinin yeterli olmamasıdır. Özellikle endüstriyel uygulamalarda elektrik enerjisine olan gereksinim bunu kaçınılmaz bir hale getirmiştir.

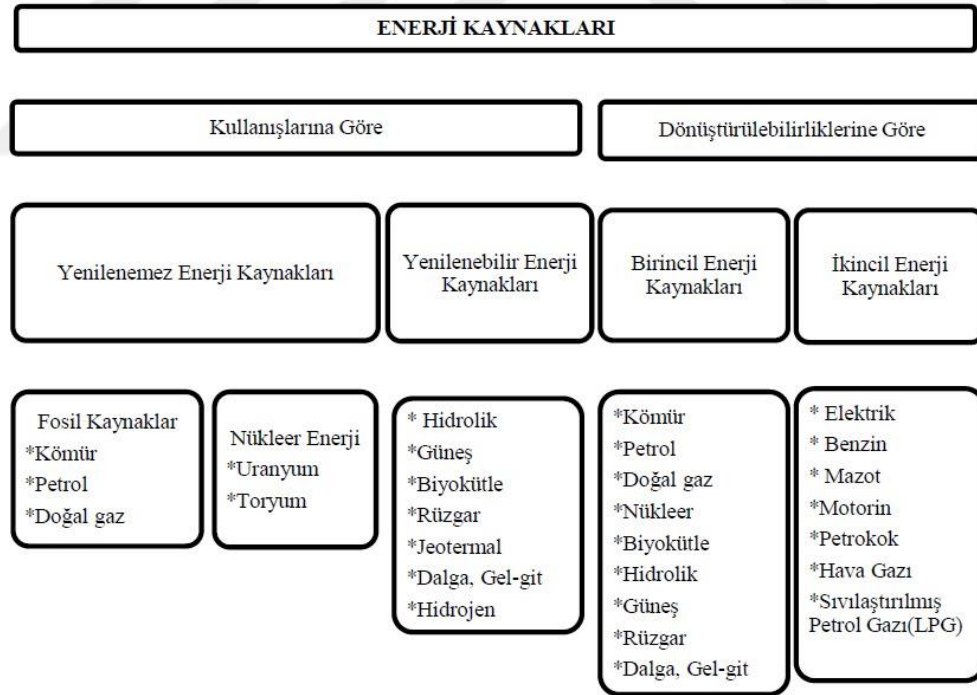
Günümüzde enerji ülkelerin stratejik konumlarını belirleyen önemli unsurlar arasındadır. Ülkeler arası ekonomik ve siyasi ilişkilere yön verebileceği gibi ülkeler arası ticari anlaşmaların seyrine de etki edebilmektedir. Ülkeler tarafından uygulanan enerji politikalarının temeli enerji rezervlerinin bulunduğu konumlara göre şekillenir. Enerji rezervlerinin konumları ülkelerin enerji pazarı haline gelmesini sağlayarak ekonominin büyümesine katkı sağlar.

Üretim devamlılığı için kaçınılmaz olan enerji talebi ekonominin temel girdileri arasındadır. Bu sebeple ekonomik kalkınmanın devamlılığı için enerjinin katkısı göz ardı edilemez. Enerjinin sürdürülebilir ve güvenilir olması ekonomik kalkınmanın devamlılığın sağlanmasında atılabilecek önemli adımlardandır. Sürdürülebilir enerji gelecekte yaşanacak enerji kaynaklı ekonomik problemlerin önüne geçilebilmesini mümkün kılar. Ekonomi ülkelerin stratejik önemini belirlemenin yanında gelişmişlik düzeylerini de gösteren temel olgular arasındadır.

Enerji ekonomik büyümeye etki ettiği kadar teknolojik gelişmeye de etki de bulunmaktadır. Enerji kaynaklarının çeşitliliğinin artırılması ve enerji kullanımı teknolojinin gelişimine katkı sağlamaktadır. Teknoloji ve enerji birbirine çift yönlü etki eden faktörlerdir. Teknolojinin gelişimiyle her geçen gün enerjiye olan ihtiyaç artmakta, bu ihtiyaç sonucu kaynak kullanımına yönelim de artış göstermektedir. Fosil kaynak kullanımı ile çevreye salınan karbondioksit, azot, metan gibi zehirli gazlar çevreyi olumsuz etkileyerek canlı türlerinin azalmasına, küreselleşmenin artmasına ve canlıların yok olmasına neden olmaktadır. Bu olumsuz etkilerin azaltılması yine teknolojik gelişim ile sağlanabilecektir. Yani teknoloji ile enerji arasındaki bu denge iyi korunmadığında canlılar ve çevre için problemlerin ortaya çıkması kaçınılmazdır.

Çevrenin korunması, insanların ve diğer canlıların fosil kaynakların verdiği zararlardan en az şekilde etkilenmesi, ekonomik dengelerin korunması için güvenilir, sürdürülebilir bir enerji kaynağı bulmak ülkelerin ulusal değerlerine dönmesi ve ekonomik kalkınma için önemsenmesi zorunlu hale gelen bir durumdur. Bu sebeple dünyada yenilebilir kaynaklara olan talep büyük ilgi görmektedir. Türkiye’de gerek jeopolitik konumu gerekse stratejik konumu gereği yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanabilecek yeterliliğe sahiptir. Özellikle tüm enerjilerin kaynağı sayılabilen güneş enerjisi başta olmak üzere rüzgar, hidroelektrik kaynaklar ile jeopolitik konumunun verdiği avantajlardan yararlanabilmektedir.

Enerji kaynaklarının sınıflandırılması dikkate alınan kriterlere göre farklılık gösterebilmektedir. Şekil 3.1. ‘de gösterildiği gibi dönüştürülebilirliklerine göre enerji kaynakları birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak sınıflandırılırken, kullanışlarına göre yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları ana başlıkları altında sınıflandırılabilir.



Şekil 3.1. Enerji kaynaklarının sınıflandırılması<sup>2</sup>

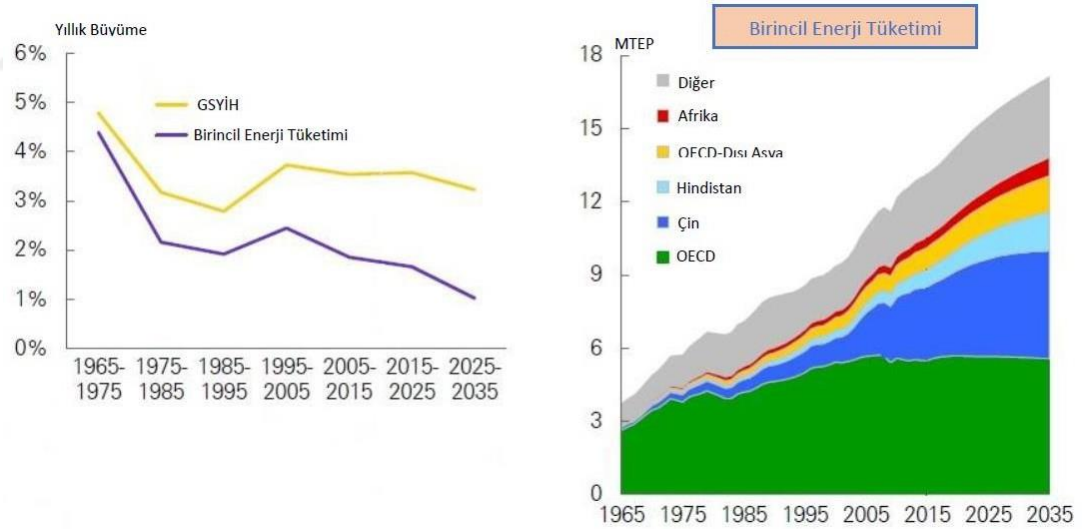
<sup>2</sup> H.H. Yıldırım (2016). *Türkiye’de Enerji Sorunu, Alternatif Çözüm Önerileri İçin Rüzgar Enerjisi ve Yatırımları: Güney Marmara Bölgesinde Rüzgar Enerjisi Yatırımlarının Risk ve Getiri Değerlendirmesi Üzerine Bir Uygulama*, s. 14.

## 4. ENERJİ KAYNAKLARININ DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE GENEL DURUMU

### 4.1. Birincil Enerji Kaynakları

Birincil enerji kaynakları doğada kendiliğinden var olan ve doğrudan veya yakılarak enerji sağlayan kaynaklardır. Ulaşım, konutlar, endüstri, ısı ve elektrik üretimi başta olmak üzere birçok kullanım alanı mevcuttur. Birincil enerji kaynaklarını kendi aralarında yenilenebilen ve yenilemez enerji kaynakları olarak sınıflamak mümkündür. Kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer enerji yenilenemez enerji kaynakları sınıflamasına girerken, hidrolik, güneş, rüzgar, jeotermal, dalga ve hidrojen enerjisi yenilenebilir enerji kaynakları sınıflamasına dahil edilir.

Uluslararası Enerji Ajansı’nın yaptığı çalışmalara göre şu anda 14 milyar ton eşdeğer petrol (TEP) olan dünya birincil enerji talebi (eğer mevcut enerji tüketim hızı ve politikaları devam ederse) önümüzdeki 20 yıl içerisinde %45 oranında bir artış ile 20,3 Milyar TEP seviyelerine ulaşacaktır. Şekil 4.1. ’de birincil enerji tüketimi değerleri ve sıralamaları verilmiştir.



Şekil 4.1. Dünya ekonomisi ve birincil enerji tüketimi arasındaki ilişki<sup>3</sup>

Enerji tüketimi ülkelerin ekonomilerinin gelişmişlik oranı ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Ekonomideki büyüme ve gelişme enerji tüketimindeki büyümeyle doğru orantılı olarak artmaktadır. Ekonomisi hızla büyüyen Çin ve Hindistan dünya enerji talebindeki büyümenin yarısını oluşturmaktadır.

<sup>3</sup> GAZBİR (2019). *Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu*. Ankara, s. 1.

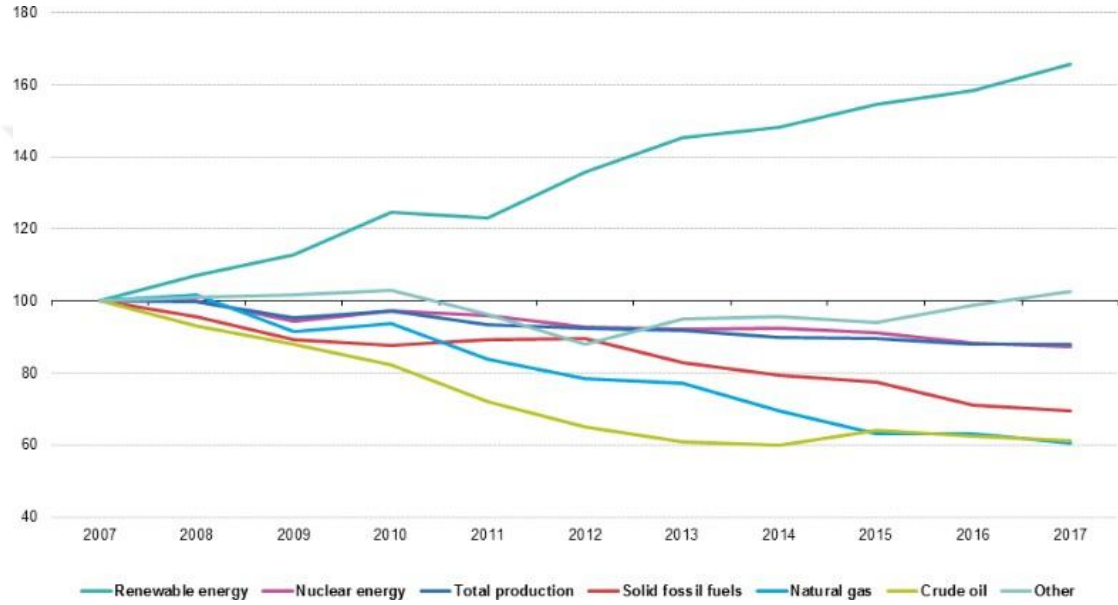
Tablo 4.1. 'de görülebileceği gibi 2015 yılı sonu itibariyle en fazla enerji tüketen ülkeler arasında Çin ilk sırada iken Hindistan 3. Sırada yer almaktadır. Türkiye ise 129,3 milyon TEP birincil enerji tüketimi ile 19.sırada kendisine yer bulmaktadır.

**Tablo 4.1.** *Dünya birincil enerji tüketim sıralaması*<sup>4</sup>

| Ülke             | 2013     | 2014     | 2015     | Dünya Toplamındaki Payı (%) | Sıra |
|------------------|----------|----------|----------|-----------------------------|------|
| Çin              | 2.903,9  | 2.970,3  | 3014     | 22,9                        | 1    |
| ABD              | 2.271,7  | 2.300,5  | 2.280,6  | 17,3                        | 2    |
| Hindistan        | 626      | 666,2    | 700,5    | 5,3                         | 3    |
| Rusya            | 688      | 689,8    | 666,8    | 5,1                         | 4    |
| Japonya          | 465      | 463,9    | 448,5    | 3,4                         | 5    |
| Kanada           | 335      | 335,5    | 329,9    | 2,5                         | 6    |
| Almanya          | 325      | 311,9    | 320,6    | 2,4                         | 7    |
| Brezilya         | 290      | 297,6    | 292,8    | 2,2                         | 8    |
| Güney Kore       | 270,9    | 273,1    | 276,9    | 2,1                         | 9    |
| İran             | 247,6    | 260,8    | 267,2    | 2,0                         | 10   |
| Suudi Arabistan  | 237,4    | 252,4    | 264      | 2,0                         | 11   |
| Fransa           | 247,4    | 237,5    | 239      | 1,8                         | 12   |
| Endonezya        | 175      | 188,3    | 195,6    | 1,5                         | 13   |
| Birleşik Krallık | 201,4    | 188,9    | 191,2    | 1,5                         | 14   |
| Meksika          | 188,9    | 190      | 185      | 1,4                         | 15   |
| İtalya           | 155,7    | 146,8    | 151,7    | 1,2                         | 16   |
| İspanya          | 134,2    | 132,1    | 134,4    | 1,0                         | 17   |
| Avusturalya      | 130,7    | 129,9    | 131,4    | 1,0                         | 18   |
| Türkiye          | 120,3    | 123,9    | 129,3    | 1,0                         | 19   |
| Tayland          | 120,3    | 123,4    | 124,9    | 0,9                         | 20   |
| Güney Afrika     | 124,6    | 128      | 124,2    | 0,9                         | 21   |
| Tayvan           | 109,9    | 111,4    | 110,7    | 0,8                         | 22   |
| BAE              | 97,2     | 99       | 103,9    | 0,8                         | 23   |
| Polonya          | 96       | 92,4     | 95       | 0,7                         | 24   |
| Ukrayna          | 114,7    | 101      | 85,1     | 0,6                         | 25   |
| Toplam           | 12.873,1 | 13.020,6 | 13.147,3 | 100,0                       |      |

<sup>4</sup> GAZBİR, 2019, a.g.k., s. 2.

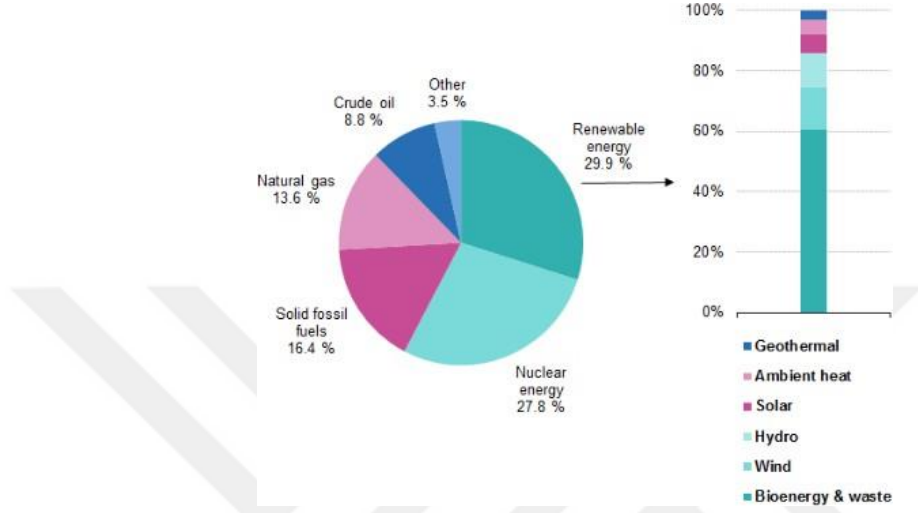
Şekil 4.2. 'de görülebileceği gibi dünyada birincil enerji üretiminin yenilenebilir enerji kaynakları etkisiyle büyümesi diğer enerji kaynaklarının büyüme oranını aşmıştır. Bu büyüme 2007-2017 yılını kapsayan dönemde nispeten sabit kararlılıkta olmuştur ve 2011 yılında üretimde küçük bir düşüş olmuştur. Bu dönemde, yenilenebilir enerji üretimi %65,6 oranında artarak diğer enerji kaynaklarının yerine geçmiştir. Buna karşılık, diğer kaynaklar için üretim seviyelerinde düşüş yaşanmıştır. En büyük düşüşler doğal gaz (% -39.4), ham petrol (% -38.9) ve katı fosil yakıtlar (% -30.5) için kaydedilmiştir ve nükleer enerjide daha az oranda (% -12.89) bir düşüş yaşanmıştır.



Şekil 4.2. Birincil enerji üretiminin gelişimi EU-28,2017 (2007=100, ton eşdeğer petrol bazında)<sup>5</sup>

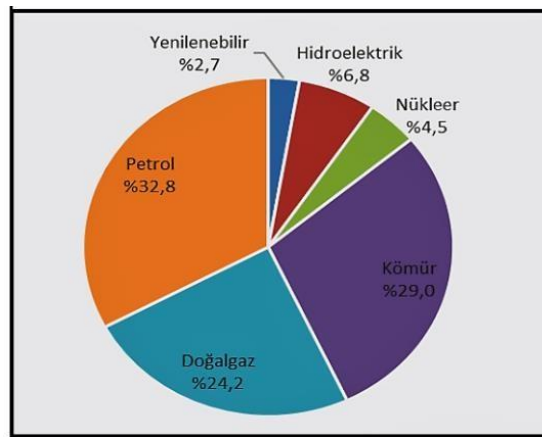
<sup>5</sup>[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Development\\_of\\_the\\_production\\_of\\_primary\\_energy\\_\(by\\_fuel\\_type\),\\_EU-28,\\_2007-2017\\_\(2007\\_%3D\\_100,\\_based\\_on\\_tonnes\\_of\\_oil\\_equivalent\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Development_of_the_production_of_primary_energy_(by_fuel_type),_EU-28,_2007-2017_(2007_%3D_100,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png) (Erişim tarihi: 02.03.20).

2017 dünya enerji üretim istatistikleri incelendiğinde en fazla üretim oranı Şekil 4.3. 'de görüldüğü gibi %29,9 oranla yenilenebilir enerji bazlıdır. Yenilenebilir enerjiyi sırasıyla %27,8 oran ile nükleer enerji, %16,4 oran ile katı fosil yakıtlar, %13,6 oran ile doğalgaz, %8,8 oran ile ham petrol ve son olarak %3,5 oran ile diğer enerji kaynakları takip etmektedir.



Şekil 4.3. Birincil enerji üretimi EU-28, 2017<sup>6</sup>

Dünya birincil enerji tüketim oranları enerji kaynakları bazında incelendiğinde ise %32,8 oranla en fazla tüketim oranı petrole aittir. Bu oranı sırasıyla %29,0 oran ile kömür, %24,2 oran ile doğalgaz, %6,8 oran ile hidroelektrik enerji, %4,5 oran ile nükleer enerji ve %2,7 oran ile yenilenebilir enerji takip etmektedir.

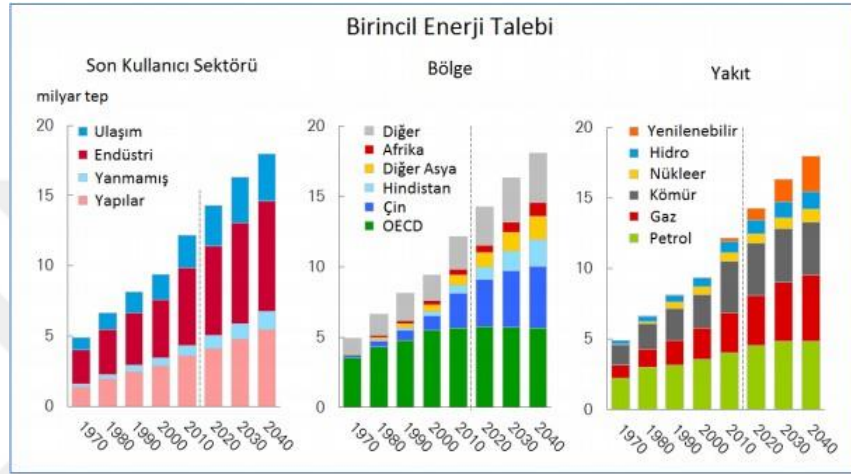


Şekil 4.4. Dünya birincil enerji tüketim oranlarının kaynak bazlı dağılımı, 2015<sup>7</sup>

<sup>6</sup>[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics\\_explained/index.php?title=File:Production\\_of\\_primary\\_energy\\_EU-28\\_2016\\_\(%25\\_of\\_total\\_based\\_on\\_tonnes\\_of\\_oil\\_equivalent\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics_explained/index.php?title=File:Production_of_primary_energy_EU-28_2016_(%25_of_total_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png) (Erişim tarihi: 02.03.20).

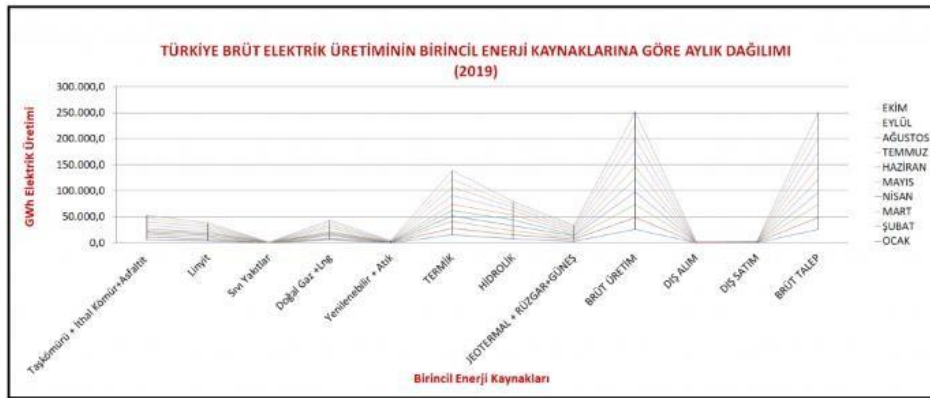
<sup>7</sup> E.T. Karagöl ve İ. Kavaz (2017). *Dünyada ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji*. SETA Analiz, s. 9.

Dünyada tüketilen enerjinin yaklaşık %86'sı fosil yakıtlardan (kömür, petrol ve doğalgaz) sağlanmakta ve enerjiye olan talebin yaklaşık %70'i elektrik ihtiyacını karşılamak amaçlıdır. Şekil 4.5. 'de görülebileceği gibi bu elektrik ihtiyacının çoğunluğu endüstri, yapılar ve ulaşım sektörü taleplerinden doğmaktadır. Teknolojinin gelişimi ve buna bağlı olarak kullanılan araç sayısında artış, endüstride kullanılan makinelerin artırılması ve konutlarda kullanılan teknolojik alet sayısının artması elektriğe olan talebin temel göstergelerini oluşturmaktadır.



Şekil 4.5. Birincil Enerji Talebi<sup>8</sup>

Türkiye’de birincil enerji üretiminin enerji kaynaklarına göre dağılımı küresel dağılımdan farklılık göstermektedir. 2019 elektrik üretim istatistikleri incelendiğinde birincil enerji kaynaklarına göre en yüksek üretimin termik kaynaklardan sağlandığı, termik kaynakları ise hidrolik kaynakların takip ettiği Şekil 4.6. ‘da görülmektedir.



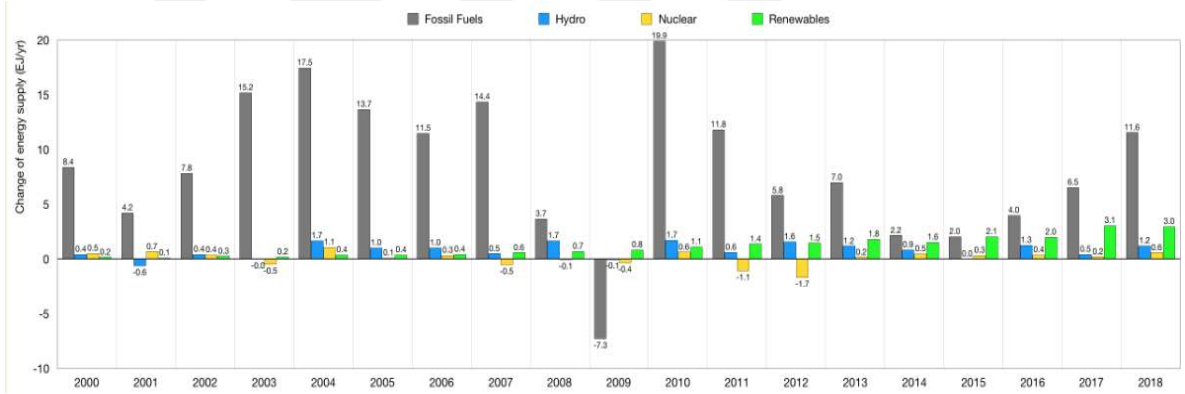
Şekil 4.6. Türkiye brüt elektrik üretiminin birincil enerji kaynaklarına göre aylık dağılımı<sup>9</sup>

<sup>8</sup> Türkiye Enerji Konseyi (2018). *BP Enerji Görünümü*. s. 2.

<sup>9</sup> Enerji İşleri Genel Müdürlüğü [TEİAŞ] (2019). *Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu*.

## 4.2. Yenilenemez Enerji Kaynakları

Yenilenemez enerji kaynaklarının kökeni fosil olduğu için bu kaynaklar fosil yakıtlar olarak da tanımlanır. Tekrar kullanımı mümkün olmadığı için yenilenemez enerji kaynağı olarak adlandırılırlar ve sürdürülebilirlikleri de yoktur. Karbon bazlı oldukları için çevreye verdikleri zararlı gaz oranları yenilenebilir enerjilere göre oldukça fazladır. Bu sebeple çevreye verilen zararın azaltılması amacı ile gelişmiş ülkeler yenilenemez enerji kaynaklarının kullanımının azaltılmasını hedeflenmektedir. Ancak küresel yaşamda her geçen gün artan enerji talebi yenilenemez enerji kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Şekil 4.7. 'de dünya enerji talebinin 2000 ile 2018 yılları arası değişimi görülmektedir. Bu istatistik verilere göre fosil kaynaklı enerji kaynaklarının kullanımı 2015 yılından 2018 yılına kadar artış göstermiştir. 2000 yılından 2018 yılına kadar geçen sürede enerji talebinin büyük çoğunluğunun fosil yakıtlardan sağlandığı görülebilir. Dünya hala enerji ihtiyacının yaklaşık 2/3'den fazlasını yenilenemez enerji kaynaklarından sağlamaktadır.

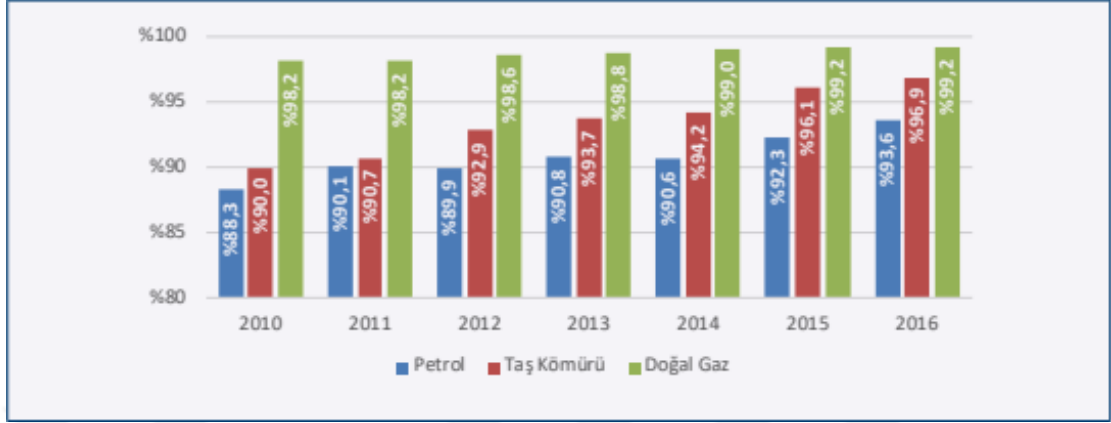


Şekil 4.7. Dünya enerji arzının yıllık değişimi<sup>10</sup>

Nüfus, teknoloji, konutlaşma ve endüstriyellemenin artması Türkiye gibi ekonomisi gelişmekte olan ülkeler için enerji talebini karşılamada yeterli kaynak problemini ortaya çıkarmakta ve ekonomide dışa bağımlılığı arttırmaktadır.

<sup>10</sup> <https://www.worldenergydata.org/world/> (Erişim tarihi: 03.03.20)

Şekil 4.8. ‘de Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı kaynak bazında değerlendirilmiştir. Bu verilere göre Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı en fazla %99,2 oranla doğalgazdadır. Bu oranı %96,9 ile taşkömürü ve %93,6 ile petrol takip etmektedir.



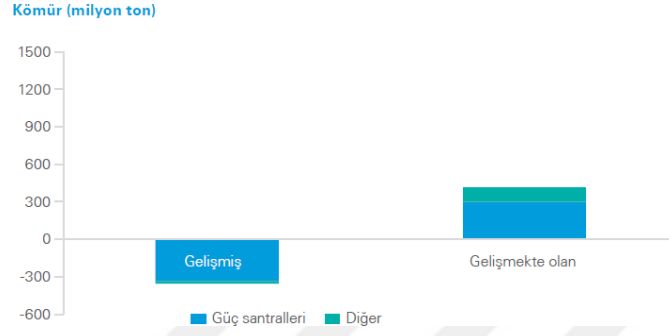
Şekil 4.8. Türkiye'nin enerji kaynakları bakımından dışa bağımlılığı (Yüzde, 2010-2016) <sup>11</sup>

#### 4.2.1. Kömür

Bitkilerin fosilleşmesi sonucu bataklık alanlarda birikerek sıcaklık ve basınç etkisi altında kaldığında oluşturdıkları organik kaya kömür olarak adlandırılır. Bitkisel maddelerin temel yapı taşları C, H ve O olduğu için kömürün de temel içeriği bu elementlerden meydana gelmektedir. Kömür yapısında organik metallerin yanında gümüş, kurşun, uranyum, bakır, vanadyum ve çinko gibi inorganik metallerde içermektedir. Kömürün oluşum süreci kömürleşme olarak adlandırılır ve bu sürecin ilk aşaması turbaların oluşumudur. Turbalar bitkisel maddelerin kalıntılarının bataklık alanlarda birikerek fiziksel ve kimyasal değişimler geçirmesiyle oluşur. Artan sıcaklık ve basınç turbalarında fiziksel ve kimyasal değişimlerine neden olur ve böylece kömürleşme süreci başlar. Kömür başta yanabilir özelliği nedeniyle ısınma amaçlı kullanılsa da sanayi devrimi ile kullanım alanı genişlemiş ve dünya üzerinde değeri artan bir enerji kaynağı halini almıştır. Günümüzde kömür termik santrallerde enerji üretiminde, endüstride, ev yakıtı ve kimyasal ham madde olarak kullanılabilir. Özellikle çevresel problemlerin artması ile kömür ısı işlemler gibi dolaylı yollarla farklı enerji kaynaklarına dönüştürülerek kullanılmaktadır. Bu bağlamda petrole olan talep kömürün sıvı yakıt üretiminde kullanımını arttırmıştır. (Kural, 1991).

<sup>11</sup> İ. Kavaz (2019). *Yerli ve Milli Enerji Politikaları Ekseninde Kömür*. SETA Analiz Raporu, s. 18.

Kömür rezervi en yüksek fosil yakıt olmasına rağmen kullanımı sonucu ortaya çıkan çevresel problemler kömürün doğrudan kullanımının azalmasına neden olmaktadır. Şekil 4.9. 'da görülebileceği gibi özellikle gelişmiş ülkelerde kömürün doğrudan kullanımı söz konusu değildir. Bu ülkeler kömürden fiziksel ve kimyasal işlemlerle daha temiz kömür kazanımını amaçlamaktadırlar.

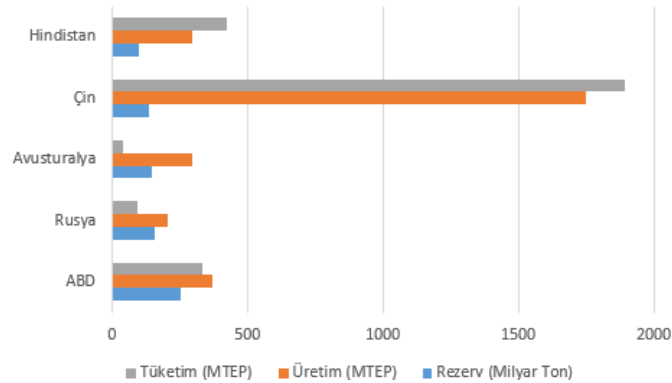


Şekil 4.9. Dünya enerji talebinde değişim, 2017-2040<sup>12</sup>

#### 4.2.1.1. Dünyada kömür görünümü

Dünya kömür üretimi son otuz beş yılda iki katına yakın artmıştır. Kömür üretimindeki artış, büyük ölçüde başta Çin olmak üzere Asya kıtasındaki elektrik enerjisi talebinden kaynaklanmaktadır. Son on yılda Asya-Pasifik Bölgesi'nin toplamındaki elektrik enerjisi üretim artışı yaklaşık 2 kat olup, elektrik üretiminde en yoğun olarak kullanılan kaynak, kömür olmuştur. (TKİ, 2018).

Şekil 4.10. 'da belirtilen değerler incelendiğinde kömür rezervlerinin en fazla ABD 'de olduğu söylenebilir. En fazla rezerve sahip ülke ABD olmasına rağmen üretim ve tüketimde Çin 1. Sırada yer alır. Bunun sebebi Asya ülkelerinde nüfus fazlalığından kaynaklı enerji talebinin de fazla olmasıdır.



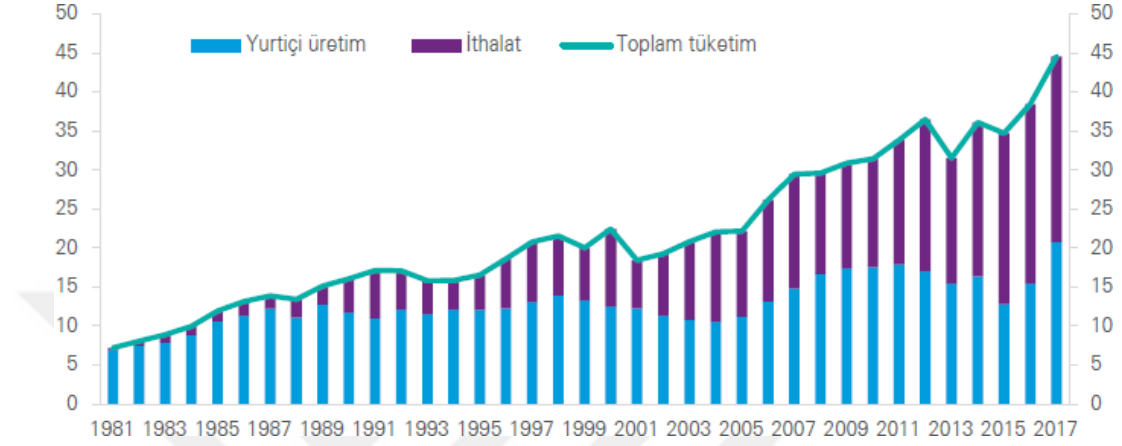
Şekil 4.10. Ülkeler bazında kömürün genel durumu<sup>13</sup>

<sup>12</sup> KPMG. (2019). *Enerji Sektörel Bakış*. İstanbul, s. 5.

<sup>13</sup> Amerika Enerji Bilgi Dairesi [EIA], (2019).

#### 4.2.1.2. Türkiye’de kömür görünümü

Şekil 4.11. ‘de özetlendiği gibi Türkiye’de 1981 yılından 2017 yılına kadar geçen süredeki kömür üretimi yaklaşık 3 kat artmıştır. Bu üretim artışına rağmen ithalatında artması üretimle tüketim arası dengenin sağlanamadığını göstermektedir. Türkiye bu dengeyi sağlayabilmek için kömür ithal ederek dışa bağımlılığını sürdürmektedir.



Şekil 4.11. Türkiye'nin kömür üretimi, ithalatı ve tüketimi (milyon ton) <sup>14</sup>

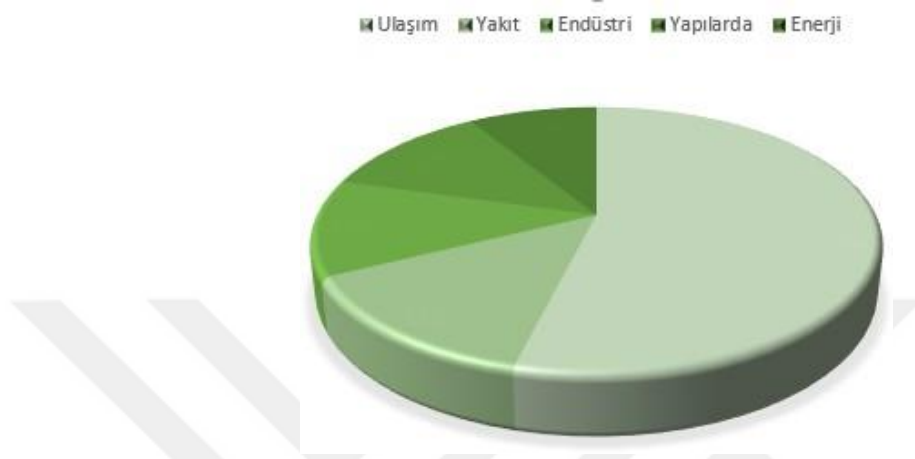
#### 4.2.2. Petrol

Petrolün son kullanılan hale gelene kadarki sürecinin incelenmesiyle zaman içerisinde organik ve inorganik oluşum teorileri üzerinde çalışılmıştır. Petrolün hammaddesinin denizde yaşayan canlılar olması ve yaklaşık %95 oranında C ve H içeren bir yapıya sahip olması petrolün organik kökenli enerji kaynağı olduğu görüşlerini desteklemektedir. Bu oluşum süreci denizde yaşayan canlıların jeolojik zaman içerisinde fosilleşerek sıcaklık ve basınç etkisiyle yapısının değişerek ham petrolü meydana getirmesini kapsar. (Beşergil, tarihsiz, s. 1-2).

Özellikle sanayi sektörünün gelişmesiyle endüstriyel uygulamaların artması ve nüfus artışlarıyla kullanılan araç sayısının artması yıllar içerisinde ülkelerin petrole taleplerini de arttırmaya devam etmiştir. Bu durum petrol rezervlerine sahip ülkeleri stratejik açıdan üstün kılarken, petrol rezervi az veya olmayan ülkeleri ekonomide dışa bağımlı hale getirmiştir.

<sup>14</sup> KPMG, 2019, a.g.k., s. 21.

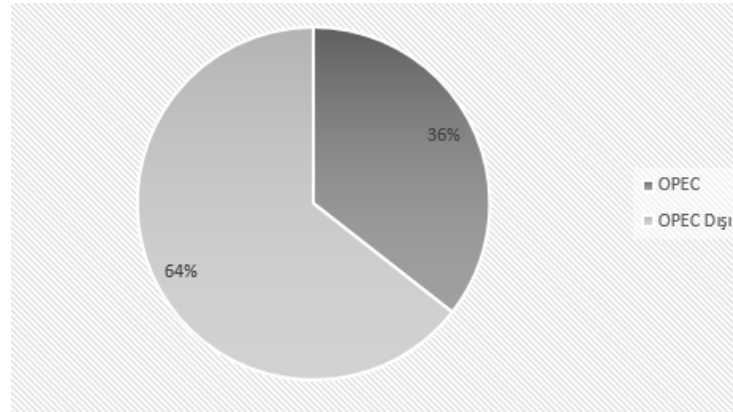
Şekil 4.12. 'de petrol kullanımının 2019 yılı itibariyle ortalama sektörel dağılımı verilmiştir. Petrol kullanımının yaklaşık %55'i ulaşım sektörüne aittir. Bu oran araç kullanımının her geçen gün artmasıyla birlikte yükselişini korumaktadır. Petrol ulaşım sektöründen sonra sırasıyla yakıt, endüstri, yapılarda ve enerji sektöründe kullanım alanı bulunmaktadır.



Şekil 4.12. Petrol kullanımının sektörel dağılımı<sup>15</sup>

#### 4.2.2.1. Dünyada petrol görünümü

2019 yılı küresel petrol üretimi Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü tarafından paylaşılan 2. çeyrek raporuna göre günlük 100,08 milyon varildir. Bu üretimin büyük çoğunluğu %64'lük oran ile ABD, Brezilya ve Kazakistan gibi OPEC dışı ülkelerde iken, %36'lık kısmı İran, Irak, Nijerya ve Suudi Arabistan'ın dahil olduğu OPEC ülkelerindedir. Petrol üretiminin bu küresel dağılımı Şekil 4.13. 'de OPEC ve OPEC dışı ülkeler olarak yüzdelik dilimde gösterilmiştir.

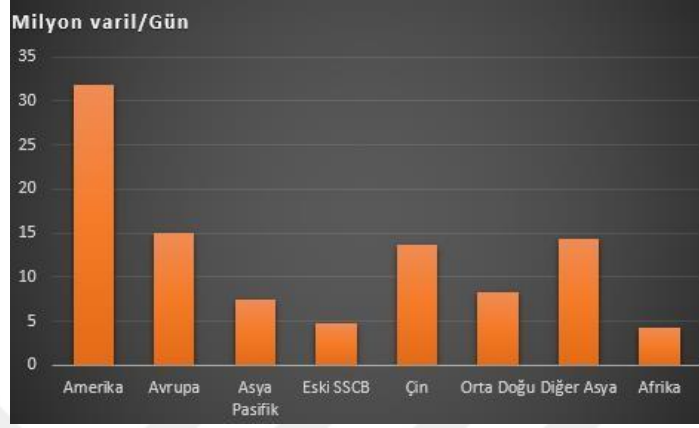


Şekil 4.13. Petrol üretiminin dağılımı<sup>16</sup>

<sup>15</sup> Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], (2019).

<sup>16</sup> Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü [MAPEG], (2019).

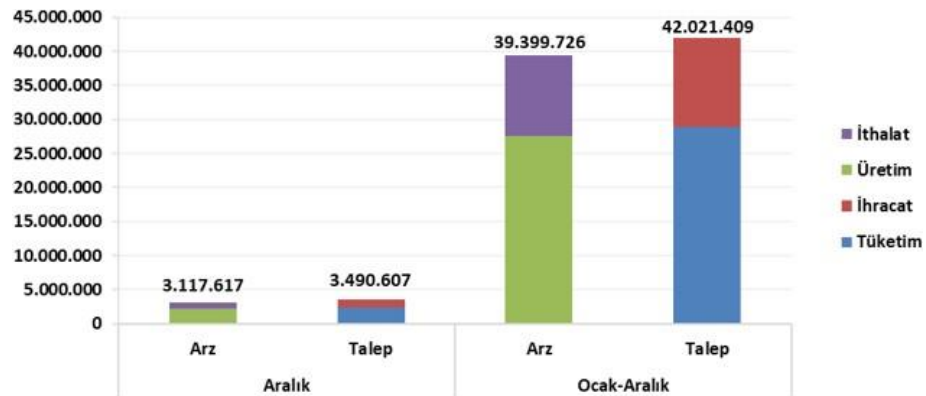
2019 yılı küresel petrol tüketimi ise Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü tarafından paylaşılan 2. çeyrek raporuna göre günlük 99,7 milyon varildir. Şekil 4.14. ‘de bu tüketimin ülke bazlı dağılımı ele alınmıştır. Bu dağılıma göre en fazla kullanım Amerika’da iken Asya, Avrupa ve Çin petrol tüketiminde önceliği çekmektedir.



Şekil 4.14. Küresel petrol tüketimi<sup>17</sup>

#### 4.2.2.2. Türkiye’de petrol görünümü

Türkiye’de araç kullanımının artması ve elektrik enerjisi ihtiyacının artışı petrol kullanımını da her geçen gün arttırmaya devam etmektedir. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu’nun 2019 petrol piyasası raporuna göre Türkiye’nin aralık ayı ve ocak-aralık ayları arasında petrol üretim, tüketim, ihracat ve ithalat oranları Şekil 4.15. ‘de ton bazında ele alınmıştır. Toplam arz ithalat ve üretim bazında 39.399.726 ton, toplam talep ise ihracat ve tüketim bazında 42.021.409 tondur. Türkiye petrolde ithalata bağlı olmasına rağmen arz talep dengesinde artan petrol talebine üretim ve ithalatın yeterli gelmediği gözlenmektedir.



Şekil 4.15. 2019 Yılı aralık ayı sonu itibariyle arz-talep dengesi (ton)<sup>18</sup>

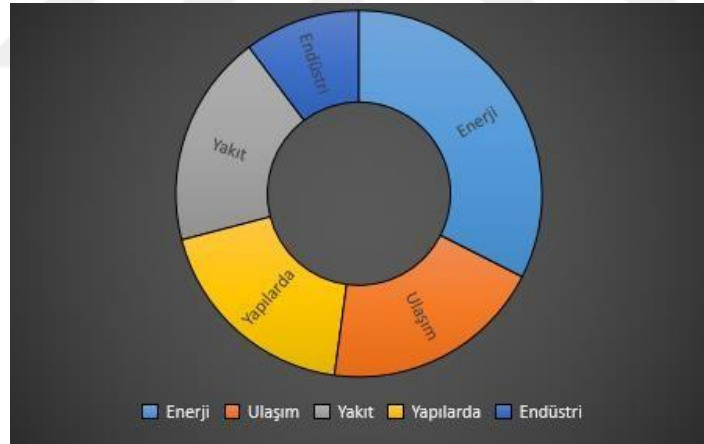
<sup>17</sup> Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü [MAPEG], (2019).

<sup>18</sup> Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu [EPDK] (2019). *Petrol Piyasası Sektör Raporu*. Ankara.

#### 4.2.3. Doğalgaz

Doğalgaz diğer fosil yakıtlar gibi bitki ve hayvan kalıntılarının fosilleşerek jeolojik zaman içerisinde fiziksel ve kimyasal reaksiyonlara uğramasıyla oluşmuş fosil kökenli enerji kaynağıdır. Oluşumunun farklılık göstermemesi yapı olarak kömür ve petrol gibi C ve O gibi organik içeriklere sahip olduğunun bir göstergesidir. Diğer fosil enerji kaynaklarından farkı ise gaz formunda oluşu ve çevreye verdiği zararın daha az olmasıdır. Bu form genel özetle doğalgazın havadan hafif ve renksiz olması özellikleri ile belirtilebilir. Doğalgazın çevreye verdiği zararın diğer fosil kaynaklardan daha az olması ise doğalgaz kullanımına yönelimi arttıran sebepler arasında yer almaktadır. Bu özelliği sebebiyle 2040 yılında yenilebilir enerji kaynakları ile doğalgazın birincil enerjideki üstünlüklerinin diğer fosil kaynakları geride bırakması beklenen senaryolar arasındadır. (Sengiller, 1996, s. 90-91).

Birçok alanda kullanıma sahip doğalgazın Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu 2017 yılı verilerine göre kullanımının sektörel dağılımı Şekil 4.12. 'de gösterilmiştir. Bu verilere göre doğalgazın en fazla kullanıldığı sektör enerji olmuştur. Enerji sektörünü sırasıyla ulaşım, yakıt olarak kullanım, yapılar ve endüstri sektörleri takip etmektedir.

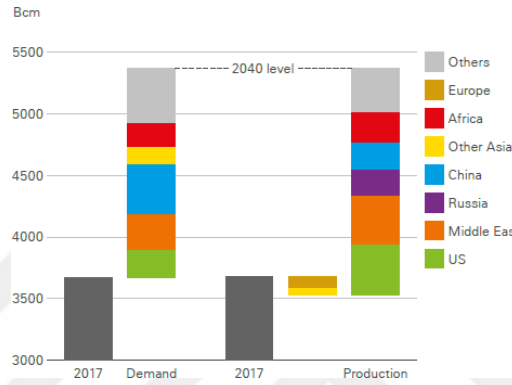


Şekil 4.16. Doğalgaz kullanımının sektörel dağılımı<sup>19</sup>

<sup>21</sup> Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu [EPDK] (2019).

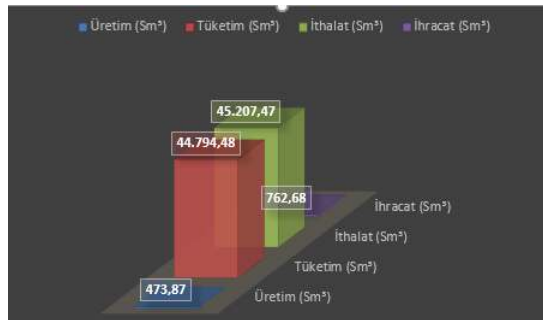
#### 4.2.3.1. Dünyada doğalgaz görünümü

Küresel bazlı doğalgaz talebi özellikle enerji üretimi ve ulaşımda yakıt olarak kullanım amaçlı artış göstermektedir. Şekil 4.17. 'de belirtildiği gibi dünya doğalgaz ihtiyacının yaklaşık %50'lik kısmı Katar ve İran gibi Orta Doğu ülkelerinden ve ABD'den sağlanmakta, geri kalan kısım ise Çin, Rusya, Afrika ve diğer ülkelerden kazanılmaktadır. Çin ve Rusya artan üretim hızlarıyla arz oranlarını arttırarak küresel yaşamda varlıklarını korumaya devam etmektedir. Doğalgaz talebi küresel bazlı incelendiğinde ise nüfusa bağlı olarak en fazla talebin Çin kaynaklı olduğu görülmektedir.



Şekil 4.17. Küresel doğalgaz üretimi ve talebi, 2017 (bcm)<sup>20</sup>

Türkiye'nin doğalgaz kullanımında önceliği konutlarda ısınma ve enerji üretimidir. Şekil 4.18. 'de görülebileceği gibi Türkiye'nin doğalgaz üretimi tüketime oranla oldukça düşük seviyelerdedir. 44.794,48 Sm<sup>3</sup> tüketim oranına karşılık 473,87 Sm<sup>3</sup> üretim Türkiye'nin doğalgazda dışa bağımlılığını kanıtlayan veriler arasındadır. Arz talep tablosundaki bu açığı kapatabilmek adına Türkiye 2019 yılında 45.207,47 Sm<sup>3</sup> ithalat gerçekleştirmiştir. Bu ithalatın büyük çoğunluğu Rusya olmak üzere Azerbaycan, İran, Cezayir, ABD, Katar, Nijerya ve Mısır'dan sağlanmıştır. İhracat ise büyük oranda Yunanistan olmak üzere Yunanistan ve Bulgaristan'a gerçekleşmiştir.



Şekil 4.18. Türkiye'de doğalgaz üretimi, tüketimi, ithalatı ve ihracatının değerlendirilmesi<sup>21</sup>

<sup>20</sup> BP Energy Outlook (2019). 2019 Edition. s. 95.

<sup>21</sup> Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu [EPDK] (2019).

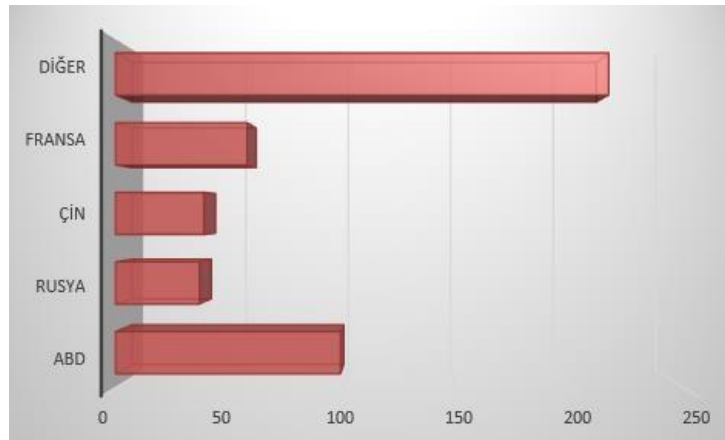
#### 4.2.4. Nükleer Enerji

Nükleer enerji diğer fosil kökenli enerjilerden farklı olarak atomların fisyon ve füzyon tepkimeleri sonucu ortaya çıkar. Atom çekirdeklerinde meydana gelen tepkimeler sonucu enerji elde edildiği için çekirdek enerjisi olarak da adlandırılır. Fosil kaynak rezervleri az olan ülkeler enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için nükleer santral kurulumuna ağırlık verse de özellikle depolanması ve taşınması esnasında kaçak olması durumunda çevreye vereceği radyasyon canlıların yaşamlarını büyük oranda etkileyeceği için bu santraller canlılar için büyük risk taşımaktadır. Bu sebeple günümüzde dünya üzerinde bulunan tüm nükleer santraller küresel enerji talebinin sadece %11’lik oranını karşılayabilmektedir. (Özer ve Güngör, 2020, s. 1448-1449).

##### 4.2.4.1. Dünyada nükleer enerji görünümü

Nükleer santrallerin bacalarından çıkan emisyonların gökyüzüne karışması ile yağmurlarla yeraltı sularına karışması ve nükleer atıkların göllere, denizlere atılması ile yeraltı sularına karışması nükleer santral kurulumunun canlıların hayatı üzerindeki etkisini göstermektedir. Küresel nükleer santral kurulumu ele alındığında gelişmiş ülkelerde nükleer enerji kullanımının azaldığı, gelişmekte olan ülkelerde ise arttığı görülebilir. (Yıldırım ve Örnek, 2007, s. 37-38).

İHH İnsani ve Sosyal Araştırmalar Merkezi 2019 verilerine göre 31 ülkede 450 nükleer santral kullanımdadır. Bu santrallerin ülke bazlı dağılımı Şekil 4.19. ‘da gösterilmiştir. Dünya üzerinde en fazla santral ABD’de bulunurken Fransa, Rusya ve Çin bu sıralamayı takip etmektedir.



Şekil 4.19. Ülke bazlı küresel nükleer santral dağılımı<sup>22</sup>

<sup>22</sup> İHH İnsani ve Sosyal Araştırmalar Merkezi [İNSAMER], (2019).

#### **4.2.4.2. Türkiye’de nükleer enerji görünümü**

Türkiye’de toplam 2 tane nükleer santral projesi bulunur;

Akkuyu nükleer santral projesi: 4 ünitesi bulunan bu santralin ilk ünitesinin 2022 yılında kullanıma hazır olması beklenirken diğer ünitelerinin de birer yıl arayla devreye girmesi beklenmektedir.

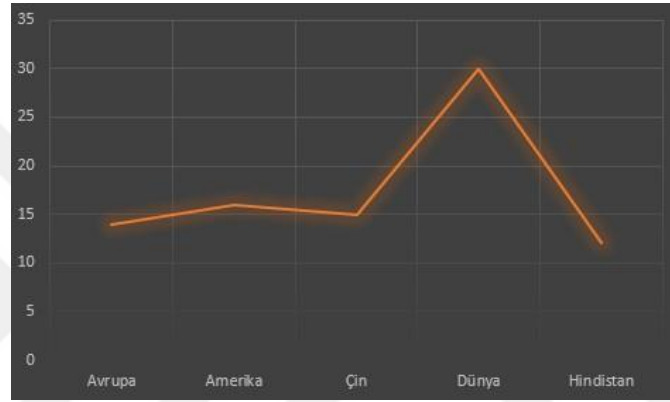
Sinop nükleer santral projesi: 4 ünitesi bulunan bu santralin ilk ünitesinin 2023 yılında kullanıma hazır olması beklenirken ikinci ünitesinin 2024’de, üçüncü ünitesinin 2027’de, dördüncü ünitesinin de 2028’de devreye girmesi beklenmektedir. (ETKB, 2015).

#### **4.3. Yenilenebilir Enerji Kaynakları**

Güneş, rüzgar, akarsular, atıklar gibi doğada kendiliğinden var olan enerji kaynaklarının teknolojinin gelişmesi ile elektrik enerjisi olarak kullanımına uygun hale getirilmesi bu kaynakların kullanımına yönelimi arttırmıştır. Doğada kendiliğinden var olması, rezerv ihtiyacı gerektirmemesi, çevreyi daha az kirletmesi, ekonomide dışa bağımlılığın önüne geçmesi ve sürdürülebilir oluşu bu kaynakların tercih edilmesinin temel sebeplerinden sayılabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına temel yönelim fosil kaynakların çevreye ve canlılara verdiği zararın artmasıyla başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından ilk dönemlerde su ısıtma gibi küçük ölçekli faydalanılırken teknolojinin gelişimiyle elektrik enerjisi elde edilmeye başlanması santral kurulumlarını hızlandırmıştır. Başlarda ilk yatırım maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle tercih edilmezken devlet teşvikleriyle bu problemin önüne geçmek amaçlanmıştır.

Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına yönelim gelişmiş ülkelerde her geçen gün artmaya devam etmektedir. Şekil 4.20. 'de gösterildiği gibi dünya enerji talebinin yaklaşık %30'u yenilenebilir enerjiden sağlanabilmektedir. Amerika, Avrupa, Çin ve Hindistan'da enerji arzının yaklaşık %15'i yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Türkiye'de ise bu oran yaklaşık %11 değerindedir. Dünya çapında 2040 yılında yenilenebilir enerjiden elde edilen enerjinin birincil enerjisi kaynakları içerisinde %40'lık dilimi oluşturması beklenmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları güneş ışınlarının yoğunluğu, rüzgar hızı, yağmur, kar gibi doğa olaylarına bağlı olduğu için bu oranlar yıldan yıla değişkenlik gösterebilmektedir.



Şekil 4.20. Enerji arzında yenilenebilir enerjinin payı, %<sup>23</sup>

#### 4.3.1. Hidrolik enerji

Baraj rezervuarlarında biriken suyun sahip olduğu potansiyel enerjinin suyun yerçekimi etkisiyle yüksekliğinin azalması sonucu kinetik enerjiye dönüşmesi ve bu hareketten doğan mekanik enerjinin jeneratörler kullanılarak elektrik enerjisine çevrilerek kullanıldığı santrallerdir.

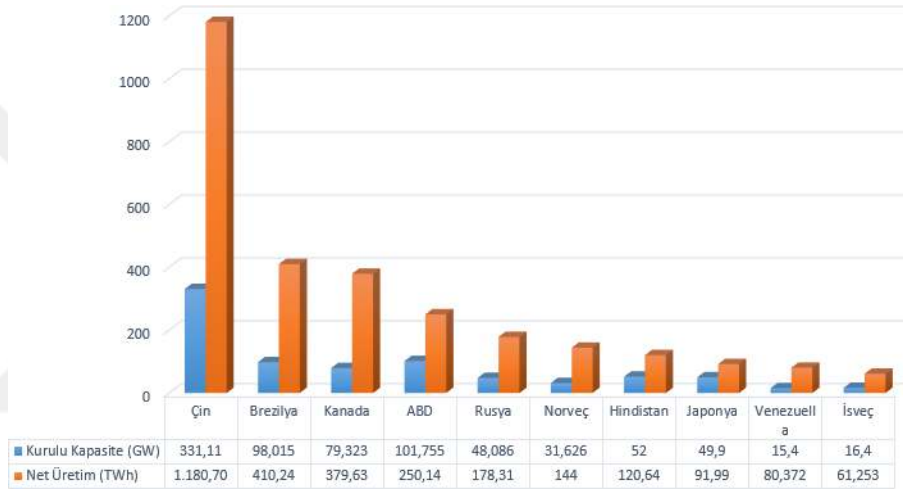
##### 4.3.1.1. Dünyada hidrolik enerji görünümü

Çoğunlukla endüstride ve elektrik üretiminde kullanılan hidrolik enerji tesis kurulumunun hızlı olması ve kurulan tesislerin ömürlerinin uzun olması, bakım maliyetlerinin düşük olması, yüksek verimli olması ve en önemlisi çevre kirliliğine etkisinin fosil kaynaklardan daha az olması nedeniyle dünya üzerinde kullanımı her geçen gün artmaktadır. Hidrolik enerjinin bu avantajlarının yanında yüksek yatırım maliyetleri ve santral çevresi bölgenin ekolojisinin değişmesi gibi dezavantajları da vardır. (Dinçer vd., 2017, s. 556-557).

<sup>23</sup> Avrupa İstatistik Ofisi [EUROSTAT], 2018.

Hidrolik enerji küresel enerji talebinin yaklaşık 5’de 1’i gibi büyük bir kısmını sağlamaktadır. Aynı zamanda dünyada bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının da büyük çoğunluğunu oluşturur. (BP Energy Outlook, 2019, s. 134).

Şekil 4.21. ‘de belirtilen küresel bazlı hidrolik enerji kurulum kapasitesinin dünya genelinde dağılımında birinci sırayı Çin çekmektedir. Çin hem kurulu hidrolik santral gücünde hem de net üretimde önceliği çekmektedir. Çinden sonra kurulu gücü en fazla olan ülke ABD olmasına rağmen Brezilya ve Kanada net üretimde ABD’den öndedir. Kurulu kapasitesi ve net üretim oranlandığında verimliliğin en fazla olduğu ülke ise Venezuela’dır.



Şekil 4.21. Hidrolik enerji kurulu kapasitesinin dünya genelindeki dağılımı, 2016<sup>24</sup>

#### 4.3.1.2. Türkiye’de hidrolik enerji görünümü

Türkiye’nin jeopolitik konumu gereği hidrolik enerjiden faydalanma şansı yüksektir. Kışın sert geçmesi ve yüksekliğin fazla olması nedeniyle doğuya gidildikçe hidrolik santral sayısı artış göstermektedir. Bölgesel hidroelektrik enerji üretim payı dağılımında Karadeniz Bölgesi yüksekliğin ve yağışın fazla olması nedeniyle başı çekerken, Karadeniz’i sırasıyla Akdeniz, Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleri takip etmektedir. Türkiye’de en fazla kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı hidrolik enerjidir. 2019 verilerine göre Türkiye’de bulunan kayıtlı kurulu güç 28.291 MW’ a yaklaşmıştır. Bu kurulu güçten elde edilen elektriğin genel elektrik üretimindeki payı %20’ ye yaklaşmıştır. (ETKB, 2018).

<sup>24</sup> Uluslararası Hidroenerji Birliği [İHA], (2017).

#### 4.3.2. Güneş enerjisi

Kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil kökenli enerji kaynaklarının oluşumu bitki ve hayvanların fosilleşmesi süreci ile başlar. Bitki ve hayvan fosillerinin içerisinde güneş enerjisi olduğu düşünüldüğünde birincil enerji kaynaklarının temelinde güneş enerjisinin olduğu söylenebilir. Birincil enerji kaynaklarının temeli kabul edilen güneş enerjisi tüm enerji kaynaklarının oluşumunda etkisi olan yüksek sıcaklık ve basıncın etkisiyle güneşin çekirdeğinde nükleer füzyon olayının meydana gelerek hidrojenin helyuma dönüşmesi ile oluşan ışıma enerjisidir. Güneş yalnızca 1 saniyede insanların bugüne kadar kullandığı enerjiyi üretebilecekken dünyaya bu enerjinin milyar da biri ulaşabilmektedir. Güneş enerjisinden faydalanma oranı jeopolitik konum ile doğrudan ilişkilidir. Güneş enerjisi ilk süreçte kolektörler, güneş havuzları, güneş ocakları ve güneş fırınları ile evlerde günlük yaşamda kullanılırken günümüzde teknolojinin gelişmesiyle yoğunlaştırıcı sistemler, merkezi çanak sistemleri ve güneş pilleriyle elektrik üretiminde de kullanılmaktadır. Güneş santrallerinin ilk yatırım maliyetleri, üretimin mevsim koşullarına bağlılığı, enerjiyi depolama zorlukları gibi sebepler tercih edilmemesine neden olsa da dışa bağımlılığı azaltması, doğal ve sürdürülebilir olması, siyasi ve politik durumlardan etkilenmemesi nedeniyle günümüzde kullanımı oldukça yaygındır. (Kılıç, 2015, s. 33-37).

##### 4.3.2.1. Dünyada güneş enerjisi görünümü

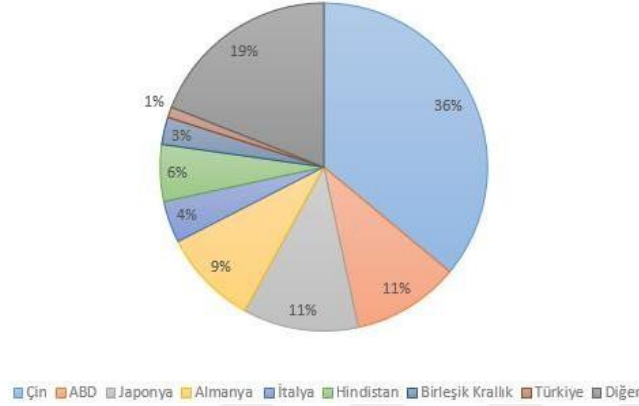
Uluslararası yenilenebilir enerji ajansı tarafından paylaşılan 2018 verilerine göre küresel güneş enerjisi kurulu gücü 485.826 MW 'dır. Tablo 4.2. 'de bu kurulu gücün ülke bazlı dağılımı gösterilmiştir. Bu tabloya göre en fazla kapasiteye sahip ülke 175.032 MW ile Çin'dir. Çin'i sırasıyla ABD, Japonya, Almanya, İtalya, Hindistan takip etmektedir.

**Tablo 4.2.** Ülke bazlı güneş enerjisi kurulu gücü, 2018<sup>25</sup>

| Ülke             | Kapasite (MW) |
|------------------|---------------|
| Toplam           | 485.826       |
| Çin              | 175.032       |
| ABD              | 51.450        |
| Japonya          | 55.500        |
| Almanya          | 45.932        |
| İtalya           | 20.126        |
| Hindistan        | 27.098        |
| Birleşik Krallık | 13.108        |

<sup>27</sup> Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı [IRENA] (2018).

Şekil 4.22. ‘de görülebileceği gibi Çin 175.032 MW kapasite ile küresel güneş enerjisi kapasitesinin yaklaşık %36’sını karşılarken, sırasıyla ABD, Japonya, Almanya, İtalya, Hindistan ve Birleşik Krallık bu sıralamada Çin’i takip etmektedir.

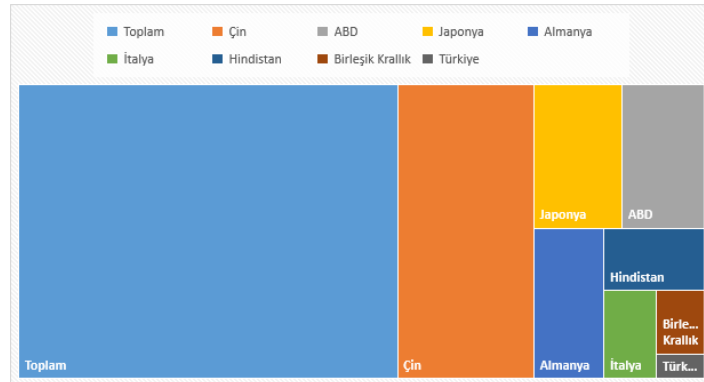


Şekil 4.22. Ülke bazlı güneş enerjisi kurulu gücünün yüzdelik dağılımı<sup>26</sup>

#### 4.3.2.2. Türkiye’de güneş enerjisi görünümü

Türkiye bulunduğu coğrafi konum sayesinde güneş enerjisinden faydalanma konusunda birçok ülkeden daha fazla avantaja sahiptir. Yıllık 2.741 saat güneşlenme süresine sahip olan Türkiye’de bu sürenin bölgesel dağılımı en fazla Güneydoğu Anadolu Bölgesindedir ve bu süreyi sırasıyla Akdeniz, Doğu Anadolu, İç Anadolu, Ege, Marmara ve Karadeniz Bölgeleri takip eder. (Oral, 2020, s. 484-486).

Uluslararası yenilenebilir enerji ajansı tarafından paylaşılan 2018 verilerine göre Türkiye’nin güneş enerjisi kurulu gücü 5.064 MW ’dır. Bu kurulu güç Şekil 4.23. ‘de küresel bazda ölçeklendirilmiştir. Türkiye’nin güneş enerjisi kurulu gücünün küresel güneş enerjisi kurulu gücündeki payının yaklaşık %1 olduğu söylenebilir.



Şekil 4.23. Türkiye'nin güneş enerjisi kurulu gücünün küresel payı, 2018<sup>27</sup>

<sup>26</sup> Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı [IRENA] (2018).

<sup>27</sup> Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı [IRENA] (2018).

#### 4.3.3. Biyokütle enerjisi

Karbon içeren organik maddelerin oksijen ile reaksiyonu ve bitkilerin fotosentezle güneş enerjini kimyasal enerjiye çevirmesi ile elde edilen enerji çeşididir. Biyokütle enerjisi bitkisel atıklardan, hayvansal atıklardan, şehir atıklarından ve endüstri atıklarından elde edilir. Atıkların yakılması ile elde edilen ısı enerjisi doğrudan veya enerji üretiminde kullanılmaktadır. Atıkların enerjiye çevrilmesi çevrenin korunumu ve temiz enerji için önem arz ettiği için günümüzde tercih edilmektedir. Rezerv kaynaklarının ekstra maliyet gerektirmemesi de ekonomik yönden biyokütle enerjisinin avantajları arasındadır. (Kapluhan, 2014, s. 100-103).

##### 4.3.3.1. Dünyada biyokütle enerjisi görünümü

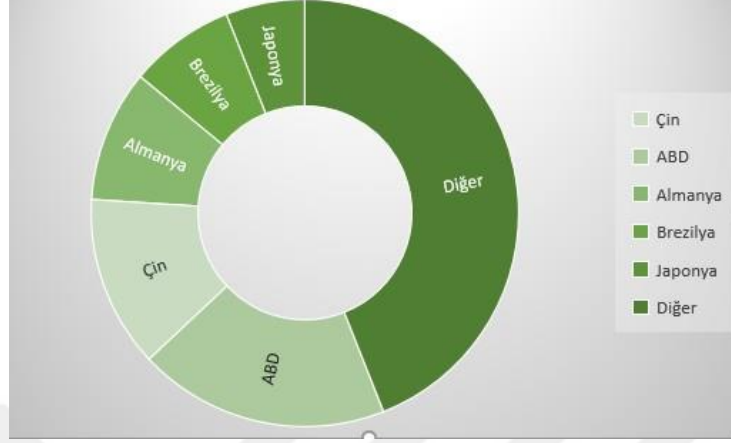
Biyokütle enerjisinin elektrik üretiminin yanı sıra ulaşım sektöründe de kullanılmaya başlanması üzerine biyokütle enerjisine olan talep artış göstermeye başlamıştır. 2018 yılı küresel biyokütle enerjisi kurulu gücü 115.731 MW 'dır. Tablo 4.3. 'de bu kurulu gücün ülke bazında dağılımı verilmiştir. Bu dağılıma göre Brezilya 14.782 MW ile ilk sıradadır ve ardından ABD, Çin, Hindistan, Almanya, Birleşik Krallık gelmektedir.

**Tablo 4.3.** *Küresel bazlı biyokütle enerjisi kurulu gücü, 2018<sup>28</sup>*

| Ülke             | Kurulu güç (MW) |
|------------------|-----------------|
| Dünya            | 115.731         |
| Çin              | 13.235          |
| Hindistan        | 10.253          |
| Almanya          | 9.003           |
| Birleşik Krallık | 6.418           |
| ABD              | 12.948          |
| Brezilya         | 14.782          |

<sup>27</sup> Uluslararası Yenilebilir Enerji Ajansı [IRENA] (2018).

Biyokütleden enerji üretiminin küresel bazlı dağılımı ise Şekil 4.24. 'de verilmiştir. Brezilya'nın kurulu gücü ABD'den fazla olmasına rağmen elektrik üretiminin ABD'de Brezilya'dan fazla olduğu görülmektedir.



Şekil 4.24. Ülkeler bazında biyokütle enerjisinin elektrik üretimde kullanımı<sup>29</sup>

#### 4.3.3.2. Türkiye’de biyokütle enerjisi görünümü

Nüfus artışları ile başlayan tüketim fazlalığı atıkların da artmasına neden olmuştur. Atıkların değerlendirilmesi kapsamında alternatif enerji kaynaklarına yönelim ile Türkiye’de atık enerjisi kullanımı artmaya başlamıştır. Türkiye’de biyodizel işleme lisansı sahibi fabrika sayısı 8, biyoetanol işleme lisansı sahibi fabrika sayısı 5, biyokütle kaynaklı üretim santral sayısı ise 199’dur. Atıkların toplam enerji eşdeğeri ise 14.627.331 TEP/yıldır. Bu dağılım Tablo 4.4.’ de gösterilmiştir.

Tablo 4.4. Türkiye’de biyokütle enerjisi görünümü<sup>30</sup>

| Σ | Atıkların Toplam Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)        | 14.627.331 |
|---|---------------------------------------------------|------------|
|   | Biyodizel İşleme Lisansı Sahibi Firmalar          | 8          |
|   | Biyoetanol İşleme Lisansı Sahibi Firmalar         | 5          |
|   | Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretim Santral Sayısı | 199        |

<sup>29</sup> Uluslararası Yenilebilir Enerji Ajansı [IRENA] (2018).

<sup>30</sup> Atık Kağıt ve Geri Dönüşümcüler Derneği [AGED], (2020). *Geri Dönüşüm Ekonomisi*, s.47.

#### **4.3.4. Rüzgar enerjisi**

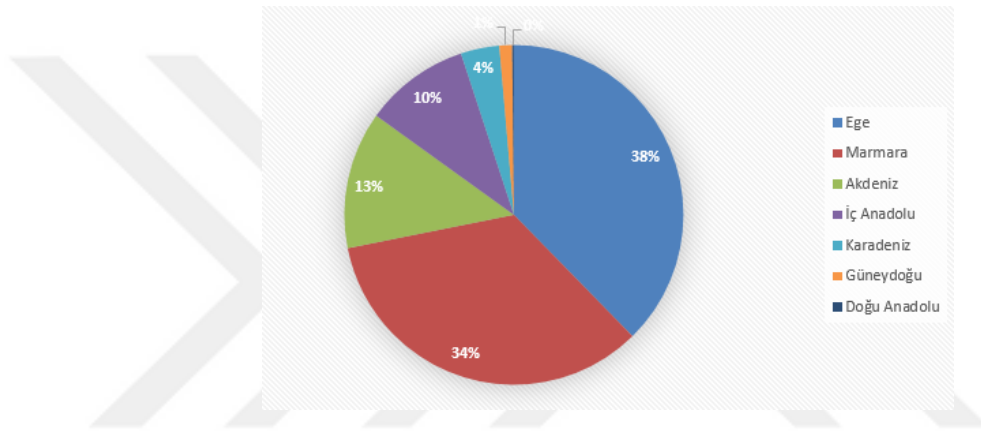
Genellikle düz, yüksek, engebesiz, basınç değişiminin fazla olduğu yerler ve kıyı kesimlerinde fazla olan rüzgarın kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanıldığı kaynaklardır. Rezervi doğal, ekonomiye bağıllık ve çevre kirliliği yaratmayan sürdürülebilir bir kaynak oluşu tercih edilme olasılığını arttırsa da ilk yatırım maliyeti, ses kirliliği, kuşlara zarar verme ve hava koşullarına bağıllık gibi olumsuz özellikleri de göz önüne alınmalıdır. Rüzgardan elde edilen enerji ısınmadan tarıma, endüstriden elektrik üretimine kadar birçok farklı sektörde yer bulabilmektedir. (Kayfeci, 2011, s. 12-13).

##### ***4.3.4.1. Dünyada rüzgar enerjisi görünümü***

Küresel rüzgar enerjisi kurulu gücü 2018 yılı itibarıyla 563.726 MW 'dır. Bu güç içerisinde en büyük oran 184.696 MW ile Çin'e aittir. Ülkeler bazında kurulu gücün dağılımı 59.420 MW ile Almanya, 35.288 MW ile Hindistan, 23.436 ile İspanya, 21.736 MW ile Birleşik Krallık, 15.108 MW ile Fransa olarak devam etmektedir. Küresel rüzgar enerjisi potansiyeli sıralamasında ise Kuzey Amerika başı çekmektedir. Rüzgar enerjisi potansiyeli bakımından Kuzey Amerika'yı Doğu Avrupa, Rusya ve Afrika takip eder. (IRENA, 2019).

#### 4.3.4.2. Türkiye’de rüzgar enerjisi görünümü

Rüzgar enerjisi santrallerin kurulumu ile ülkeler sosyal ve ekonomik kalkınmanın gelişmesini amaçlamaktadır. Türkiye’de bu amaçlar doğrultusunda rüzgar enerjisinin toplam üretimdeki payını arttırmaya devam etmektedir. 2019 enerji sektörel bakış raporuna göre Türkiye’nin rüzgar enerjisi üretiminin toplam elektrik üretimindeki payı %8,40’dır. Rüzgar enerjisi kurulu gücü ise 8.390 MW ’dır. Bu kurulu gücün bölgesel dağılımı Şekil 4.25. ‘de gösterilmiştir. En büyük payı yaklaşık %38 oran ile Ege bölgesindedir. Ege bölgesinden sonra yaklaşık %34 ile Marmara, %13 ile Akdeniz, %10 ile İç Anadolu, %4 ile Karadeniz gelir.



Şekil 4.25. Rüzgar enerjisi kurulu gücünün bölgesel dağılımı<sup>31</sup>

#### 4.3.5. Jeotermal enerji

Basınç altındaki ısı enerjisinin su ve buhar olarak yüzeye taşınması ile elde edilen enerji kaynaklarıdır. Kullanım alanları genellikle elektrik üretimi, çeşitli sanayi tesislerinde enerji hammaddesi olarak, termal turizm, ısıtma ve soğutmadır. Santral inşasının kısa olması, rezerv doğal olduğu için siyasi problemlerden etkilenmemesi, verimliliğin fazla olması, temiz ve sürdürülebilir bir kaynak olması ve kullanım alanının fazla olması sebepleri birer avantajken atık sıcak suyun doğrudan doğaya bırakılması, doğa olaylarına bağlılığı gibi dezavantajları da vardır. (Arslan, Darıcı ve Karahan, 2001, s. 21).

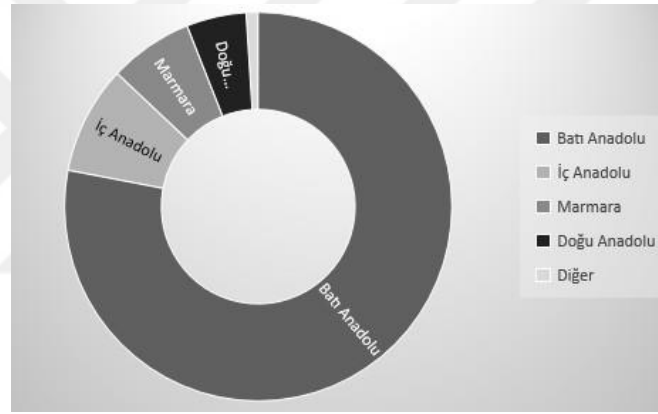
<sup>31</sup> KPMG. (2019).

#### 4.3.5.1. Dünyada jeotermal enerji görünümü

Jeotermal enerjinin doğal rezerv olması ve veriminin yüksek olması dünya üzerinde kullanımını arttırmaktadır. 2018 yılı itibariyle küresel bazlı jeotermal kurulu güç 13.329 MW 'dır ve en büyük oran 2.546 MW ile ABD'ye aittir. 1.946 MW ile Endonezya, 1.928 MW ile Filipinler, 1.283 MW ile Türkiye ABD'yi takip eden ülkelerdir. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ise sıralama ABD, Filipinler, Endonezya, Türkiye ve Yeni Zelanda şeklindedir. (IRENA, 2019).

#### 4.3.5.2. Türkiye'de jeotermal enerji görünümü

Türkiye jeotermal enerji potansiyeli yüksek ülkeler arasındadır. Şekil 4.26.'da jeotermal enerji potansiyelinin bölgesel dağılımı verilmiştir. Bu dağılımda en fazla paya sahip bölge Batı Anadolu'dur ve İç Anadolu, Marmara, Doğu Anadolu yüksek paya sahip diğer bölgeler arasındadır.



Şekil 4.26. Jeotermal enerjinin bölgesel dağılımı<sup>32</sup>

Türkiye'de jeotermal enerjinin kullanımı ağırlıklı olarak ısıtma, soğutma, termal turizm gibi doğrudan kullanımlarda, çok küçük bir kısım ise elektrik üretimi gibi dolaylı uygulamalarda kullanılır. Jeotermal kaynaklardan elde edilen elektrik üretiminin payı %2,96'dır. (ETKB, 2019).

<sup>32</sup> Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü [MTA], (2019).

#### 4.3.6. Dalga, gel-git enerjisi

Temel kaynağı rüzgar enerjisine dayalı olan dalga, gel-git enerjisi rüzgarın oluşturduğu kuvvet ile denizlerde oluşan dalgadan enerji elde edilmesidir. Temiz, sonsuz, sürdürülebilir ve dışa bağımlılık gerektirmeyen bir kaynak olması tercih edilme nedenleri arasında gösterilebilir. Aynı zamanda dünyanın 4’de 3’lük kısmının su olduğu düşünülürse enerji potansiyelinin yüksek olduğu söylenebilir. Ancak ilk yatırım maliyetinin yüksek olması ve kurulum süresinin fazla olması gibi sebeplerle kullanımı çok yaygın değildir. Görsel 4.2. ‘de dalga enerjisi teknolojilerine örnek uygulamalar gösterilmiştir.



Görsel 4.1. Okyanus güç teknolojileri<sup>33</sup>

##### 4.3.6.1. Dünyada dalga, gel-git enerjisi görünümü

Uluslararası yenilenebilir enerji ajansının dalga enerjisi raporuna göre 40 m’den daha derin sularda dalga enerjisinin 60-70 kW/m ‘lik güç yoğunluklarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Avustralya, Şili, İrlanda, Yeni Zelanda, Güney Afrika, İngiltere ve ABD gibi ülkeler ortalama 60-70 kW/m güç yoğunlukları ile ideal dalga kaynaklarına sahiptir. Avustralya’da 1 MW kapasiteye sahip dalga enerjisi dönüştürücü, Çin’de 220 kW, İtalya 150 kW, Norveç 240 kW, Portekiz 400 kW, İspanya 296 kW, İsveç 230 kW, İngiltere 3.8 MW ve ABD 30 kW kapasiteye sahip dalga enerjisi dönüştürücü kurulmuştur. (IRENA, 2014).

<sup>33</sup> Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı [IRENA] (2014). *Dalga Enerjisi Teknolojileri*. Almanya.

#### 4.3.6.2. Türkiye’de dalga, gel-git enerjisi görünümü

Derin sulardaki ortalama dalga enerji kaynakları, Türkiye kıyı şeridi boyunca dalga güçlerinin birleştirilmesiyle değerlendirilebilir. Tablo 4.5. ‘de Türkiye’nin sahip dalga yoğunluklarının ortalama olarak bölgesel dağılımı verilmiştir. Bu bilgilere göre dalga yoğunluğu en fazla olan bölge İzmir-Antalya bölgesi kabul edilirken, Ege Denizi, Akdeniz, Karadeniz ve Marmara dalga yoğunluklarına göre sıralanmışlardır.

**Tablo 4.5.** Bölgesel dalga yoğunlukları<sup>34</sup>

| Bölge          | Dalga yoğunluğu (kWh/m) |
|----------------|-------------------------|
| Karadeniz      | 1.96-4.22               |
| Marmara Denizi | 0.31-0.69               |
| Ege Denizi     | 2.86-8.75               |
| Akdeniz        | 2.59-8.26               |
| İzmir-Antalya  | 3.91-12.05              |

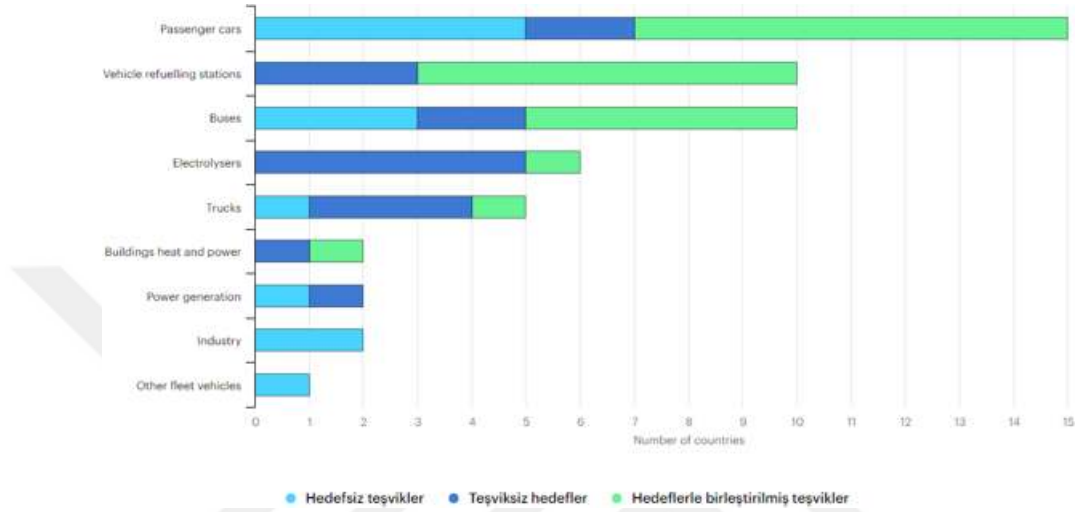
#### 4.3.7. Hidrojen enerjisi

Hidrojen ile enerji üretimi için kullanılan yöntemlerden bazıları su bileşiğinden oksijenin ayrıştırılması, yakma, hidroliz tersi yöntemler ve fosil kaynakların gaz haline getirilmesidir. Bu ve benzeri yöntemler kullanılarak elde edilen hidrojen enerjisi ısınmada, sanayide, evlerde ve araç yakıtı olarak kullanılmaktadır. Hidrojen elementinden elektrik üretimi teknolojinin gelişimiyle daha çok ön plana çıkabilecek bir yöntemdir. Hidrojenden enerji elde edilmesi için Ar-ge çalışmalarının arttırılmasına öncelik verilmesi gerekir. Ayrıca yüksek yatırım maliyeti ve bakım giderlerinin de göz önünde bulundurulması önemlidir. (İder, tarihsiz, s. 1-3).

<sup>34</sup> M. Sağlam ve T. S. Uyar (2014). *Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli*, s. 3-4.

#### 4.3.7.1. Dünyada hidrojen enerjisi görünümü

Dünya genelinde hidrojenden enerji elde edilebilmesi için devletler tarafından uygulanan birçok teşvik programı söz konusudur. Hidrojen kullanımının yayılımı için mevcut politika desteği uygulayan ülke sayısı her geçen yıl artmaktadır. Şekil 4.27. 'de uygulanan politika desteklerinin kullanım bazlı dağılımı verilmiştir.



Şekil 4.27. Hidrojen yayılımı için mevcut politika desteği<sup>35</sup>

Hidrojen enerjisi dünyada farklı kullanım alanları bulabilmektedir. Amerika'da hidrojenden yakıt pili üretimleri, Japonya'da ve Kaliforniya'da elektrik ve ısı ihtiyacını karşılama amaçlı, Brezilya ve Güney Amerika'da elektrolitik hidrojen gazı üretimi yapan işletmeler bulunmaktadır. (Polat ve Kılınç, 2009, s. 4-7).

#### 4.3.7.2. Türkiye'de hidrojen enerjisi görünümü

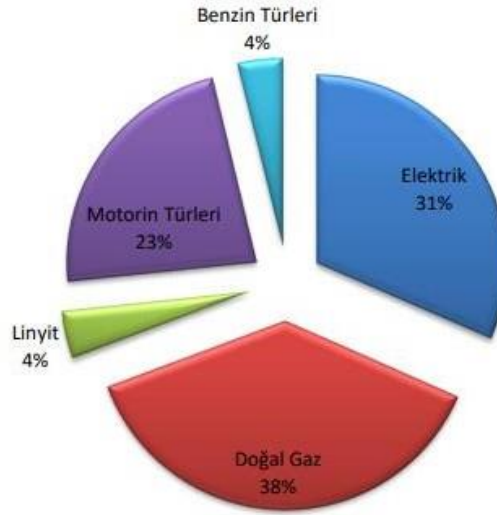
Türkiye küresel hidrojen enerjisi teknolojilerinin ve gelişmelerinin gerisinde kalmaktadır. Ulusal enerji üretimi için kullanımı artan yenilenebilir enerji kaynaklarının depolanma problemi hidrojen enerjisinde görülmediği için kullanımını arttırmak önemlidir. Türkiye'de rüzgardan ve güneşten hidrojen üretimi, hidrojenle çalışan otobüs ve forklift gibi projeler üzerinde çalışılmaktadır. Hidrojen üretiminin 10 MTEP üzerine çıkması ve yenilenebilir enerjilerden hidrojen üretimi de planlanan hedefler arasındadır. (Tutar ve Eren, 2011, s. 20).

<sup>35</sup> Uluslararası Enerji Ajansı [IEA], (2018).

## 5. ENERJİ TÜKETİMİ

İçinde bulunulan küresel ekonomik ve sosyal koşullar enerjinin tüketim hızının her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Enerji tüketimi artışı ile ekonomide dışa bağılılık artmakta ve enerji arz güvenliği konusu ön plana çıkmaktadır. Kaynak çeşitliliği az olan ve kendi öz kaynakları yeterli olmayan veya bu kaynakları yeterli kullanamayan ülkelerde enerji arz güvenliği problemi yaşanmaktadır. Bu kaynakların kullanımlarının artırılması maliyetlerinin düşürülmesi ve teknolojilerinin kolaylaştırılması ile sağlanabilecektir. (Peker, 2015).

Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından paylaşılan aylık enerji istatistikleri raporuna göre 2019 yılı ağustos ayı enerji tüketim oranlarının yüzdelik dağılımı Şekil 5.1. 'de verilmiştir. Bu dağılımdan da görülebileceği gibi enerji tüketiminin büyük çoğunluğu %38 oran ile doğalgazdadır. Bu tüketim oranını %31 ile elektrik, %23 ile motorin, %4 ile benzin ve linyit tüketimi takip etmektedir.



Şekil 5.1. Ağustos ayı enerji tüketim oranı (ktoe, %)<sup>36</sup>

<sup>36</sup> Enerji İşleri Genel Müdürlüğü [TEİAŞ], (2019). *Aylık Enerji İstatistikleri Raporu- 08*.

## 6. ENERJİ TÜKETİMİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Enerji tüketimini yaşam standartlarının yükselmesi, teknolojinin gelişimi, sanayileşme, nüfus artışları, kentleşmenin artması, gelişmişlik düzeyi gibi birçok faktör etkilemektedir. Bu faktörler detaylı olarak ele alınarak irdelenirse ileri dönemde enerjinin tüketim oranları ve bu oranlar üzerinde etkili olan faktörler analiz edilebilecektir.

Enerji tüketimini etkileyen faktörlerin girdi olarak kullanılması ile Türkiye'nin elektrik talep artışının analizleri yapılabilmektedir. Elektrik enerjisi talep projeksiyonu raporuna göre önümüzdeki 20 yıl boyunca elektrik talebindeki artışın 3 farklı senaryo ile değerlendirilmesi Tablo 5.1. 'de gösterilmiştir.

**Tablo 6.1.** Elektrik enerjisi talep projeksiyonu sonuçları – yıllık bazda talep ve değişim oranları<sup>37</sup>

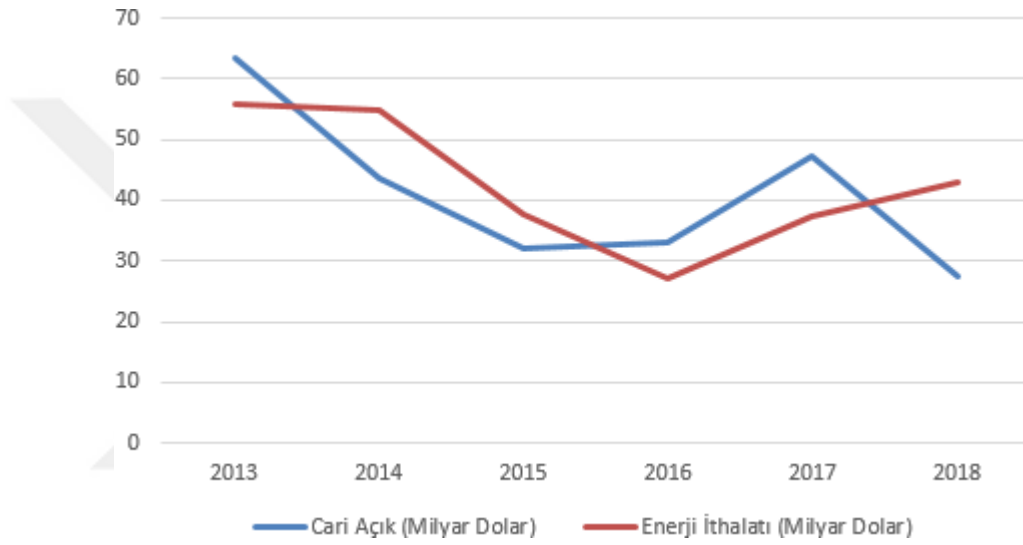
| Yıllar | Senaryo 1<br>(TWh) | Senaryo 2<br>(TWh) | Senaryo 3<br>(TWh) | Senaryo 1<br>Değişim (%) | Senaryo 2<br>Değişim (%) | Senaryo 3<br>Değişim (%) |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2019   | 313,8              | 315,2              | 316,5              | -                        | -                        | -                        |
| 2020   | 327,3              | 329,6              | 332,1              | 4,3                      | 4,6                      | 4,9                      |
| 2021   | 340,5              | 344,4              | 348,7              | 4,0                      | 4,5                      | 5,0                      |
| 2022   | 353,2              | 359,6              | 366,4              | 3,7                      | 4,4                      | 5,1                      |
| 2023   | 366,8              | 375,8              | 385,2              | 3,8                      | 4,5                      | 5,1                      |
| 2024   | 380,4              | 392,1              | 404,3              | 3,7                      | 4,3                      | 5,0                      |
| 2025   | 392,6              | 406,9              | 422,3              | 3,2                      | 3,8                      | 4,5                      |
| 2026   | 404,6              | 421,8              | 440,7              | 3,1                      | 3,6                      | 4,3                      |
| 2027   | 416,6              | 436,6              | 458,9              | 3,0                      | 3,5                      | 4,1                      |
| 2028   | 428,8              | 451,7              | 477,6              | 2,9                      | 3,5                      | 4,1                      |
| 2029   | 441,0              | 466,8              | 496,6              | 2,9                      | 3,3                      | 4,0                      |
| 2030   | 453,0              | 481,7              | 515,4              | 2,7                      | 3,2                      | 3,8                      |
| 2031   | 464,6              | 496,7              | 534,0              | 2,6                      | 3,1                      | 3,6                      |
| 2032   | 476,3              | 511,6              | 552,9              | 2,5                      | 3,0                      | 3,5                      |
| 2033   | 487,8              | 526,4              | 571,6              | 2,4                      | 2,9                      | 3,4                      |
| 2034   | 499,3              | 541,0              | 590,2              | 2,3                      | 2,8                      | 3,3                      |
| 2035   | 510,8              | 555,7              | 608,5              | 2,3                      | 2,7                      | 3,1                      |
| 2036   | 522,7              | 570,8              | 627,0              | 2,3                      | 2,7                      | 3,1                      |
| 2037   | 534,0              | 585,3              | 644,9              | 2,2                      | 2,5                      | 2,9                      |
| 2038   | 545,1              | 599,4              | 662,5              | 2,1                      | 2,4                      | 2,7                      |

<sup>37</sup> TEİAŞ, 2019, a.g.k..s. 2.

3 farklı senaryoya göre elektrik taleplerinin tahmini değerleri ve bir önceki yıla oranla değişimleri ele alınmıştır. Yapılan bu analizlere göre elektrik tüketiminin her geçen yıl farklı oranlarla da olsa artışı beklenmektedir. Senaryo 1'e göre 2019 yılında 313,8 TWh olan elektrik tüketiminin 2038 yılında 556,3 TWh, senaryo 2'ye göre 2019 yılında 315,2 TWh olan elektrik tüketiminin 2038 yılında 613,4 TWh, Senaryo 3'e göre 2019 yılında 316,5 TWh olan elektrik tüketiminin 2038 yılında 679,9 TWh olması beklenmektedir. Elektrik talebindeki yüzdelik artış oranı bu verilere göre hesaplandığında ise senaryo 1'e göre 2019 yılından 2038 yılına kadar elektik talebindeki artışın %77, senaryo 2'ye göre 2019 yılından 2038 yılına kadar elektik talebindeki artışın %94, senaryo 3'e göre 2019 yılından 2038 yılına kadar elektik talebindeki artışın %114 artması beklenmektedir. (TEİAŞ, 2019, s. 2).

## 7. ENERJİ TÜKETİMİNİN EKONOMİK ETKİLERİ

Enerji taleplerindeki artışın temel nedenleri arasında gösterilen konutlaşma, teknoloji, endüstriyelleşme, sanayileşme gibi etkenler enerji ile birlikte dolaylı olarak ekonomi üzerinde de etkiye sahiptir. Konutlaşmanın, teknolojinin, endüstriyelleşmenin ve sanayileşmenin artması ile enerjiye olan talep artmakta ve Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı ülkelerde cari açığın artmasına neden olmaktadır. Şekil 7.1. ‘de Türkiye’nin 2013-2018 yılları arası cari açık ve enerji ithalatı ilişkisi verilmiştir. Bu grafikten de görülebileceği gibi cari açıkla enerji ithalatı genellikle aynı seyrinde yol izlemektedir.



Şekil 7.1. Türkiye enerji ithalatı ve cari açık ilişkisi<sup>38</sup>

Her geçen gün gelişen teknoloji ile doğrudan elektrik enerjisine dolaylı yoldan ise endüstride meydana gelen teknolojik ilerlemeler ile enerji kaynağına gereksinim artar. Aynı zamanda artan konutlaşma ile ısı kaynağı olarak kullanılan enerji kaynakları ve temel ihtiyaçların karşılanması için gerekli olan elektrik enerjisi talebi de artış gösterecektir. Ulusal kaynakların bu talebi karşılayamaması veya yeterli verimde kullanılmaması ülkelerin enerjiyi ithal etmelerini gerektirir. Tüm bunların sonucu olarak da ekonomide dışa bağımlılık ve cari açıkların ortaya çıkması kaçınılmazdır.

<sup>38</sup> Anadolu Ajansı, (2018).

### 7.1. Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyümeye Etkisi

Enerji tüketiminin ekonomi üzerindeki etkileri ele alınırken dikkat edilmesi gereken durum ülkenin sahip olduğu enerji kaynaklarıdır. Enerji kaynaklarının yeterliliği hem ülkenin enerji ihtiyacının karşılanmasına hem de enerji fazlası durumda enerji ithalatı ile ekonomik kazanç sağlanmasına destek olur. Ülkenin enerji talebini karşılayabilecek yeterli kaynağın bulunmaması veya mevcut kaynakların değerlendirilememesi durumunda ise ülkelerin dışa bağımlılığının artması kaçınılmazdır.

Ülkelerin ekonomik büyümeleri çeşitli parametrelerle belirlenir. Bunlardan biri sayılan gayri safi yurt içi hasıla, ülkelerin ekonomik büyüklüklerini ve ülkeler arası ekonomileri karşılaştırmada kullanılan yöntemler arasındadır. (Yanar ve Kerimoğlu, 2011).

Gayri safi yurt içi hasıla hesaplanırken çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu hesaplamalar genellikle kamu harcamaları, tüketim, ihracat ve ithalat, yatırımlar hesaba katılarak gerçekleştirilir. Gayri safi yurt içi hasıla ile enerji tüketimi etkisi bu noktada ortaya çıkar. Ülkelerin enerji talebini karşılayabilecek yeterli kaynaklarının olmaması enerji ithal edilmesini gerektirirken, enerji fazlası olan ülkelerde ise enerji ihracatı gerçekleştirilir. Her iki yönlü bakıldığında da gayri safi yurt içi hasıla hesaplarının etkilendiği görülebilir. (Doğan, tarihsiz, s. 13-16).

Gayri safi yurt içi hasıla hesaplama yöntemleri;

- Harcamalar Yöntemi

C: Tüketim

G: Kamu Harcamaları

I: Yatırımlar

M: İthalat

X: İhracat

$$GSYH = C + I + G + (X - M)$$

- Üretim Yöntemi

P: Üretilen Malın Piyasa Fiyatı

Q: Üretilen Malın Adedi

$$GSYH = P_1Q_1 + P_2Q_2 + P_3Q_3 + \dots + P_nQ_n$$

- Gelir Yöntemi

GSYH = Milli Gelir + (Dolaylı vergiler + Amortisman + Sübvansiyonlar

Milli Gelir = Rant (r) + Ücret (w) + Kar (p) + Faiz (i) + Diğer

Uluslararası para fonu tarafından paylaşılan küresel gayri safi yurt içi hasıla ve küresel enerji 2018 yıllıklarına göre derlenen veriler Tablo 7.1. 'de gösterilmiştir. Enerji talebi ile ekonomik büyüme oranı bölgeler arasında farklılık gösterebilir. Örneğin Amerika'nın doğal enerji kaynakları fazla olmamasına rağmen enerji üretimi ve tüketimi fazla iken gayri safi yurt içi hasıla olarak ilk sırada yer almasının temel sebeplerinden biri Amerika'nın teknolojiye dünya lideri olmasıdır. Teknolojiyi değerlendirerek endüstri anlamında kendini geliştiren Amerika ihracatta enerjiden çok yatırımdan kazanmaktadır. Listenin son sırasında yer alan Suudi Arabistan ise petrol zengini olmasına rağmen gayri safi yurt içi hasıla verileri düşüktür. Çünkü ülke de endüstriyel anlamda kazanç elde edilemediği için en büyük gelir kaynakları enerjidir. Suudi Arabistan endüstriyel kazanç sağlamaya başlar ise enerji talebi de artacak dolayısıyla da enerji ihracatından kazanılan kazanç da azalacaktır. Özetle enerji tüketimi ve gayri safi yurt içi hasılanın bölgesel olarak ve bulunulan bölge şartlarının durumuna bağlı olarak farklılık gösterebilen bir ilişki içerisinde olduğu söylenebilir.

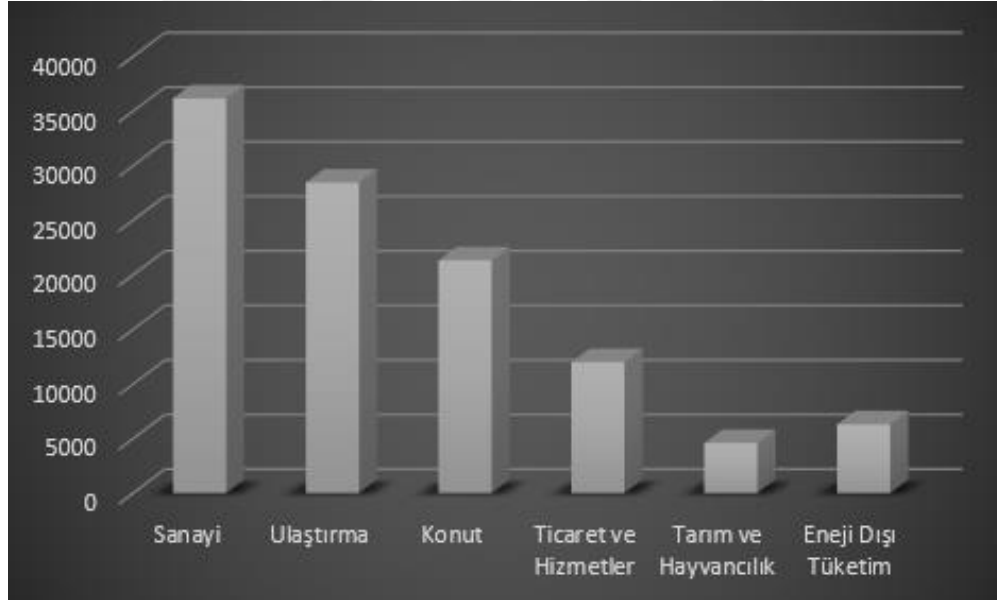
**Tablo 7.1.** GSYH ve enerji tüketim, üretim oranları<sup>39</sup>

| Ülke            | GSYH (ABD Doları) | Enerji Talebi (MTEP) | Enerji Üretimi (MTEP) |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------------------|
| Amerika         | 22.32 Bin         | 2.258                | 2.175                 |
| Çin             | 15.27 Bin         | 3.164                | 2.534                 |
| Japonya         | 5,41 Bin          | 424                  | 48                    |
| Almanya         | 3.98 Bin          | 301                  | 115                   |
| Hindistan       | 3.2 Bin           | 929                  | 588                   |
| Fransa          | 2.77 Bin          | 243                  | 135                   |
| İngiltere       | 2.72 Bin          | 206                  | 124                   |
| İtalya          | 2.01 Bin          | 151                  | 36                    |
| Brezilya        | 1.89 Bin          | 290                  | 292                   |
| Kanada          | 1.81 Bin          | 301                  | 526                   |
| Rusya           | 1.66 Bin          | 800                  | 1.492                 |
| Kore            | 1.63 Bin          | 307                  | 61                    |
| İspanya         | 1.44 Bin          | 123                  | 34                    |
| Avustralya      | 1.38 Bin          | 132                  | 426                   |
| Meksika         | 1.32 Bin          | 181                  | 158                   |
| Endonezya       | 1.2 Bin           | 251                  | 441                   |
| Hollanda        | 930,99            | 73                   | 31                    |
| Türkiye         | 813,81            | 148                  | 43                    |
| Suudi Arabistan | 783,34            | 210                  | 676                   |

<sup>39</sup> Uluslararası Para Fonu [IMF], (2018).

Enerji tüketimi sanayileşme, teknolojik gelişmeler, konutlaşma etkileri ile artış gösterirken bu artışın temel talep dağılımının sektörel bazlı analizleri ele alınmıştır. Böylelikle enerji tüketiminin sektörel bazlı dağılımı incelenerek yapılacak analizler talebi arttıran sektörlerin ekonomiye etkisinin incelenmesinde önemli rol oynamıştır. Enerji tüketiminin fazla olduğu sektörün ekonomik açıdan irdelenmesi, ekonominin bağlı olduğu temel girdiler ve sektörün gelecekteki konumu ile tüm bunlara bağlı olarak ekonominin gelecekte izleyeceği yolun analiz edilesini sağlayacaktır.

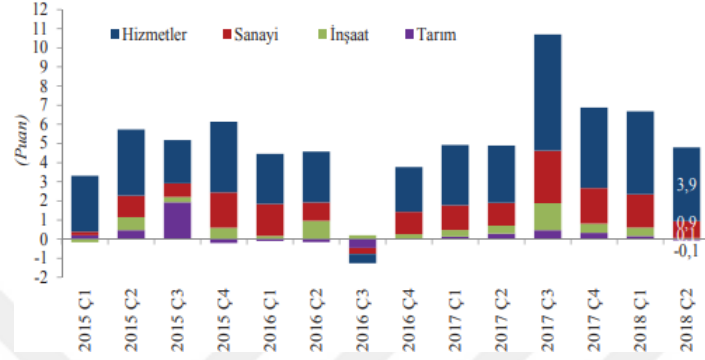
Enerji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından paylaşılan 2018 Denge verilerine göre oluşturulmuş enerji tüketimi sektörel dağılım grafiği Şekil 7.2. 'de gösterilmiştir. Bu verilere göre 2018 yılı toplam enerji tüketimi 108.770 Bin Tep 'dir. Bu tüketimin büyük çoğunluğunu yaklaşık %33 'lük oran ve 36.155 Bin Tep tüketim ile sanayi sektörü oluşturur. Bu oranı yaklaşık %26 ile ulaştırma sektörü, %20 ile konut, %11 ile ticaret ve hizmetler, %4 tarım ve hayvancılık sektörü, %6 oran ile de enerji dışı tüketim takip etmektedir.



Şekil 7.2. Enerji tüketiminin sektörel dağılımı<sup>40</sup>

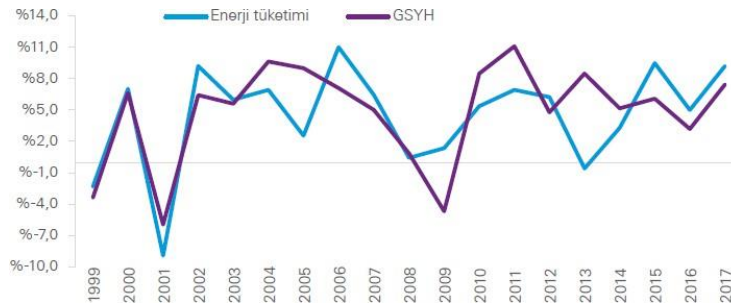
<sup>40</sup> Enerji İşleri Genel Müdürlüğü [EİGM], (2018).

Enerji tüketiminin sektörel dağılımı ile ekonomi ilişkisini daha net anlayabilmek için bu sektörlerin gayri safi yurt içi hasıla büyümesine katkıları ele alınabilir. Şekil 7.3. ‘de görülebileceği gibi üretim yönünden gayri safi yurt içi hasıla büyümesine 2018 yılında en büyük katkı sağlayan sektör hizmet sektörü olmuştur. Hizmet sektöründen sonra ise sanayi, inşaat ve tarım sektörlerinin katkıları gelir.



Şekil 7.3. GSYH büyümesine katkılar (üretim yönünden), 2018<sup>41</sup>

Üretim yönünden gayri safi yurt içi hasıla büyümesine katkı sağlayan tüm sektörlerin üretim girdileri arasında iş gücü, sermaye, girişim gerçekleştiren kişiler, doğal kaynaklar ve enerji yer alır. Bu girdiler ne kadar fazla olursa üretimin de o kadar artış göstermesi beklenir. Bu bilgiler doğrultusunda üretimin artışı için enerji kullanımının artması gerektiği söylenebilir. Üretimin artması ise gayri safi yurt içi hasıla büyümesine katkı sağlayarak ekonominin gelişmesini destekler. Enerji tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla ilişkisi doğrudan ele alırsa Şekil 7.4. ‘de verilen grafik 1999 ile 2017 yılları arası değişimler ile özet bir analiz formundadır. Bu değişim grafiğinden de görülebileceği gibi enerji tüketimi ile gayri safi yurt içi hasıla yaklaşık aynı seyrinde ilerleme göstermektedir. Bu grafikten de görülebileceği gibi enerji tüketimi, gayri safi yurt içi hasıla ve ekonomi ile doğrudan etkileşim içerisinde.

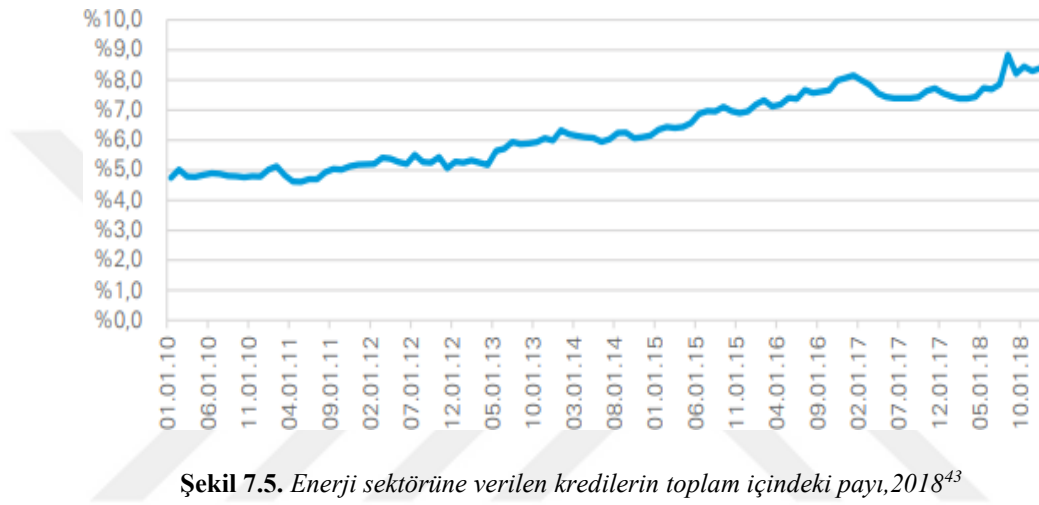


Şekil 7.4. GSYH ve toplam enerji tüketimi (yıllık değişimler)<sup>42</sup>

<sup>41</sup> T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, (2018). *Yıllık Ekonomik Rapor*.

<sup>42</sup> KPMG, 2019, a.g.k., s. 8.

Üretimin bir diğer girdileri ise girişim gerçekleştiren kişiler ve sermayedir. Üretim artışının sağlanabilmesi için girişimci sayının da artması gerekir. Bunun gerçekleştirilebilmesi için girişimcinin belirli bir sermayeye sahip olması beklenir. Eğer bu sermaye mevcutta yok ise devlet teşvikleri ve krediler ile girişimci sayısının artması hedeflenir. Enerji sektörüne verilen kredilerin toplam içindeki payının enerjiye verilen önemin artması ile her geçen yıl artış gösterdiği söylenebilir. Şekil 7.5. 'de görülebileceği gibi 2010 yılında %5'e yakın olan enerji sektörüne verilen kredinin toplam içindeki payı yıllar içerisinde artış göstererek 2018 yılında ortalama %5'e yakın bir pay elde etmiştir.



Şekil 7.5. Enerji sektörüne verilen kredilerin toplam içindeki payı, 2018<sup>43</sup>

Ekonomideki bu dışa bağımlılığı azaltmak için günümüzde yenilenebilir enerji çalışmalarına ağırlık verilmeye başlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının tükenmemesi, temiz ve ulusal olması tercih nedenleri arasında görülürken ilk kurulum maliyetlerinin yüksek olması dezavantaj olarak yansımaktadır. Enerji kaynağının doğada var oluşu hammadde maliyeti çıkarmasa da bu kaynağın kullanıma dönüşümü için gerekli olan teçhizat için ayrılması gereken maliyet yüksektir. Bu maliyeti en aza indirebilmek için teknolojiden faydalanılmalı ve bu bağlamda Ar-ge çalışmalarına yoğunluk verilmelidir. Tüm bunlar göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının kısa vadede ilk yatırım maliyetleri nedeniyle ekonomiyi olumsuz etkilemesi, uzun vadede ise dışa bağımlılığı ve cari açığı azaltmaya destek olması nedeniyle ekonominin gelişimine destek olması beklenir. (Timur, 2017).

<sup>43</sup> KPMG, 2019, a.g.k., s. 9.

Almanya’da yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeye etkileri araştırılmış ve çalışma bulgusu olarak yenilenebilir enerji tüketimi, ekonomik büyüme, sermaye ve iş gücünün uzun vade de eş-bütünleşik olduğunu gösteren veriler elde edilmiştir. (Rafindadi, Öztürk, 2017).

Tablo 7.2. ’de 1960 ve 2017 yılları arası gayri safi yurt içi hasıla ile yenilenebilir kaynaklardan üretilen toplam enerji karşılaştırılmıştır. Her iki değişkende de belirtilen yıllar arasında artış gözlemlense de birbirlerine paralel gitmedikleri yıllar olduğu da görülebilir. Bu noktada temel faktör gayri safi yurt içi hasılanın sadece yenilenebilir enerji üretimine bağlı olmamasıdır. Artan enerji talebi ile enerji ithalatının artması gayri safi yurt içi hasıla üzerinde büyük etkiye sahiptir. Gayri safi yurt içi hasıla ile yenilenebilir enerji üretiminin doğrudan birbirine etkisinin hesaplanabilmesi için gayri safi yurt içi hasılaya etki eden diğer faktörlerin göz ardı edilmesi gerekir. Enerji talebinin sadece yenilenebilir kaynaklardan sağlanması ve yenilenebilir enerji üretimin enerji talebini karşılaması durumlarında elde edilecek veriler bu iki değişken arasındaki ilişkinin daha detaylı ele alınabilmesini sağlayacaktır.

**Tablo 7.2.** *Türkiye’de GSYİH ve yenilenebilir enerji kaynakları üretimi<sup>44</sup>*

| Yıllar | GSYH (Cari Milyar Dolar) | Toplam Üretim (TEP) |
|--------|--------------------------|---------------------|
| 1960   | 13,995                   | 5.966               |
| 1965   | 11,967                   | 6.066               |
| 1970   | 17,087                   | 6.256               |
| 1975   | 44,634                   | 7.384               |
| 1980   | 68,789                   | 8.717               |
| 1985   | 67,235                   | 9.021               |
| 1990   | 150,676                  | 9.658               |
| 1995   | 169,486                  | 10.776              |
| 2000   | 272,979                  | 10.102              |
| 2005   | 501,416                  | 10.130              |
| 2010   | 771,902                  | 11.626              |
| 2011   | 832,524                  | 11.222              |
| 2012   | 873,982                  | 12.155              |
| 2013   | 950,579                  | 13.087              |
| 2014   | 934,186                  | 12.060              |
| 2015   | 859,797                  | 15.645              |
| 2016   | 863,722                  | 17.135              |
| 2017   | 851,549                  | 17.989              |

<sup>44</sup> S. Keskinçilic (2019), *Yenilenebilir Enerji- Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği*.

Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için yürütülen bir diğer çalışma ise enerji verimliliğinin artırılması projeleridir. Ülkeler enerji verimliliklerini arttırmak amacıyla Ar-ge yatırımlarına destek vermek, enerji verimliliği eğitimleri ile halkı bilinçlendirmek ve devlet teşvikleri gibi çeşitli çalışmalar yürütmektedir. Özellikle Almanya, Fransa, İtalya gibi enerji verimliliğinde önde olan ülkelerde Ar-ge çalışmalarının ve teşvik politikalarının özenle uygulandığı görülebilir. Türkiye’de de enerji verimliliğinin artırılması ve enerji tasarrufunun sağlanması için ulaştırma, konut ve sanayi sektörlerinde çalışmalar yapılmaktadır. (SETA, 2019, s. 14).

Ulusal enerji verimliliği eylem planı raporlarına göre Tablo 7.3. ‘de görülebileceği gibi 2017-2023 yılları arası birincil enerji tüketiminin azaltılması, 10,928 milyar ABD Doları yatırım yapılarak 23.9 MTEP tasarruf edilmesi amaçlanmaktadır.

**Tablo 7.3.** Yatırımların ve elde edilmesi öngörülen tasarrufların yıllara göre değişimi<sup>45</sup>

| İhtiyaç Duyulan Toplam Yatırım Tutarı (Milyon ABD Doları) |       |       |       |       |       |       |        |
|-----------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 2017                                                      | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | Toplam |
| 958                                                       | 1.279 | 1.593 | 1.681 | 1.748 | 1.824 | 1.846 | 10.928 |
| Enerji Tasarrufu (kTEP)                                   |       |       |       |       |       |       |        |
| 2017                                                      | 2018  | 2019  | 2020  | 2021  | 2022  | 2023  | Toplam |
| 577                                                       | 1.630 | 2.493 | 3.378 | 4.298 | 5.264 | 6.261 | 23.901 |

## 7.2. Enerji Tüketiminin İstihdam Oranları İle İlişkisi

Enerji tüketiminin artışı ile enerji üretiminde beklenen artış, üretimin yapılacağı sektörlerde iş gücü ihtiyacı yaratacağından enerji ile istihdam arasındaki ilişki çeşitli araştırmalarda ele alınmıştır. Bu ilişkinin detaylı incelenmesi için enerji talebinin sektörel dağılımını ele almak gerekir. Çünkü enerji talebi bazı sektörlerde istihdam sağlarken bazı sektörlerde işsizliği arttıracak etkilerde de bulunabilir. Örneğin tarım sektöründe teknolojik ilerlemeler endüstriyel cihazların kullanımının ve enerji tüketiminin artmasına neden olur. Dolayısıyla insan gücüne duyulan ihtiyacın azalması ile istihdam oranları azalış göstermektedir. Elektrik sektörü ele alındığında elektrik tüketimi artışı ile elektrik üreten tesislerin artması istihdam da artış sağlar. (Aktaş, 2009, s. 67).

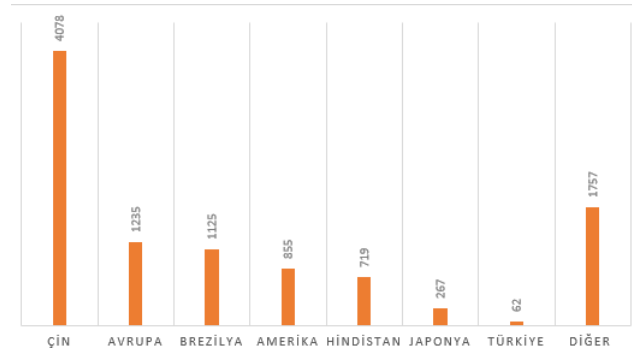
<sup>45</sup> Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023. (2017). Ankara, s. 2.

Yenilenebilir enerji sektörü ele alındığında ise uluslararası yenilenebilir enerji ajansının 2018 raporlarına göre Şekil 7.6 ‘da görülebileceği gibi küresel bazlı yaklaşık 10.98 milyon kişinin istihdam edildiği belirtilmektedir. Bu istihdamın büyük çoğunluğunu 3.61 milyon ile güneş enerjisi kaynaklarından fotovoltaik enerji üretimi sağlayan sektör oluşturur. 3.18 milyon istihdam ile biyoenerji kaynakları, 2.05 milyon istihdam ile hidrolik enerji kaynakları, 1.16 milyon istihdam ile rüzgar enerjisi kaynakları ve 0.8 milyon istihdam ile güneş kaynakları ile ısıtma ve soğutma sistemleri bu istihdamı takip eder.



Şekil 7.6. Teknolojiye göre küresel yenilenebilir enerji istihdamı, 2012-2018<sup>46</sup>

Küresel bazlı yenilenebilir enerji işgücünün en fazla olduğu ülke Çin’dir. Şekil 7.7. ‘de görülebileceği gibi 10.98 milyon kişiden oluşan küresel istihdamın 4.078 milyonu Çin’e bağlı istihdamlardır. Bu oranı 1.235 milyon ile Avrupa ve 1.125 milyon ile Brezilya takip etmektedir. Türkiye’de yenilenebilir enerji işgücü ise 2018 yılı itibariyle 62 bin kişidir.



Şekil 7.7. Ülke bazlı küresel yenilenebilir enerji istihdamı<sup>47</sup>

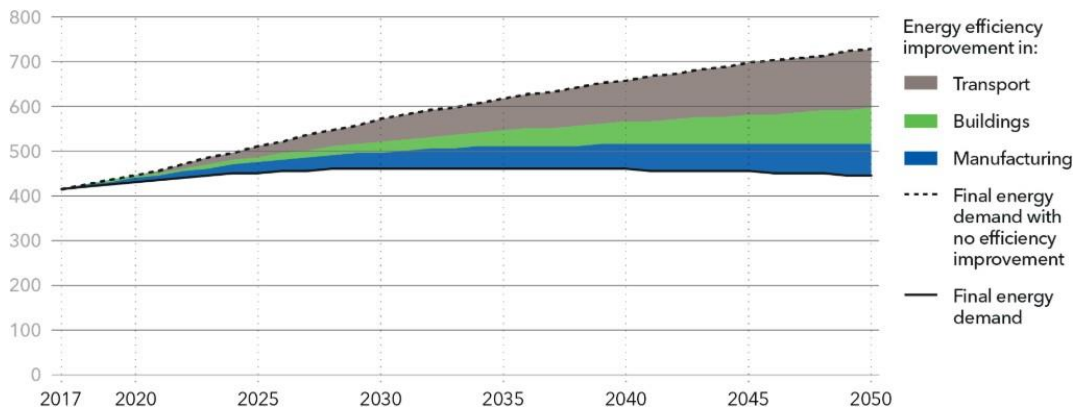
<sup>46</sup> Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı [IRENA]. (2019). *Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2019*. Abu Dhabi. s. 7.

<sup>47</sup> Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı [IRENA] (2019).

### 7.3. Enerji Tüketiminin Enerji Fiyatlarına Etkisi

Enerji tüketiminin enerji fiyatları üzerindeki etkisi ele alınırken göz önünde bulundurulması gereken etkenlerin temel belirleyicilerini, bu belirleyicilerin geçmişte izlediği sürecin ve gelecekteki yönünün detaylı araştırılması gerekir. Enerji fiyatlarını etkileyen temel etkenler ülkelerin enerji üretimine bağlı enerji arz dengeleri, ülkelerin ekonomilerine ve gelişmişliklerine bağlı talep dengeleri, uluslararası para piyasası ve politik gelişmeler olarak temel bazda ele alınabilir. Enerji fiyatları ile ülkelerin gelişmişlikleri arasındaki bağ temelde gelişen ülkelerin enerji verimliliğinde elde ettiği ilerlemeleri kapsayabilir. Enerji verimliliği sağlanan ülkelerde enerji tüketimin azalması hedeflenir.

Şekil 7.8. incelendiğinde sektörel bazlı enerji verimliliğinde 2017 yılından başlayarak günümüze kadar yapılan iyileştirmeler ve gelecek 30 yıl içerisindeki tahmini iyileştirmeler ele alınmıştır. Ulaşım, konut ve üretim sektörlerinde 2017 yılından 2020 yılına kadar artarak devam eden enerji verimliliği iyileştirmelerinin gelecek 30 yıl içerisinde de gelişerek devam etmesi beklenmektedir. Enerji verimliliği iyileştirmelerindeki bu artışın enerji talebine etkisini daha iyi görebilmek adına enerji talebine bu iyileştirmeleri dahil ederek ve etmeyerek yapılan analiz grafiği Şekil 7.8. 'de ele alınmıştır. Gelişen ülkelerde ileri teknoloji, gelişmiş ekonomi ve yeterli teşvik programları ile enerji verimliliği üzerine yapılan çalışmaların artması enerji taleplerinde düşüşe neden olmaktadır. Enerji taleplerindeki bu düşüşün enerji fiyatlarını etkilemesi ise kaçınılmazdır.



Şekil 7.8. Sektörel enerji verimliliği iyileştirmelerinin nihai enerji talebi üzerindeki etkisi, EJ/yr<sup>48</sup>

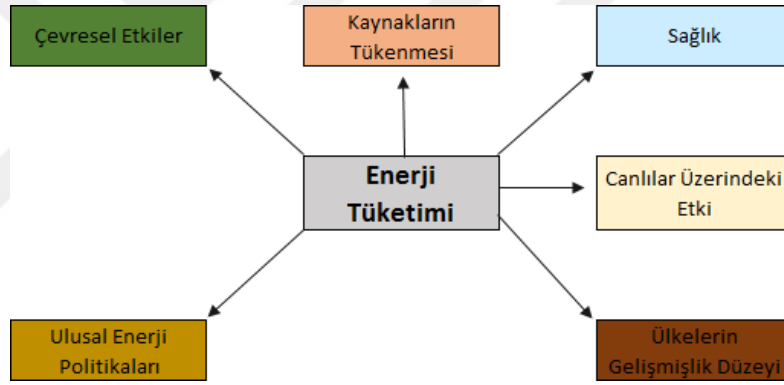
<sup>48</sup> DNV-GL, (2019).

Enerji tüketimi ve enerji fiyatları arasındaki ilişkinin çift yönlü etkileşim içerisinde olduğu söylenebilir. Enerji tüketiminin azalması ile enerji fiyatlarında düşüş beklenildiği gibi, enerji fiyatlarının azalması ile enerji talebinde de değişiklik gözlenmesi kaçınılmazdır. Bu talep değişikliğini detaylı incelerken kısa dönemli değişimler ve uzun dönemli değişimler olarak ele almak verilerden daha net sonuçlar alınmasını destekleyecektir. (Güngör ve Karaca, 2019).

Kısa dönemde enerji fiyatlarındaki değişim işgücü talebini ve ücret politikasını etkileyecek maliyet değişimlerine neden olurken, uzun dönemli enerji fiyatı değişimleri ülkeleri farklı kaynaklar aramaya itebileceği gibi ithalat gücünü de arttırabilir. Özetle enerji fiyatlarındaki değişimin enerji talebine kısa ve uzun dönemde etkisinin olumlu veya olumsuz olması ekonomi, teknoloji ve istihdam gibi etkilere bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir.

## 8. ENERJİ TÜKETİMİNİN SOSYAL ETKİLERİ

Artan nüfus, sanayileşme, konutlaşma ve gelişen teknoloji ile artan enerji tüketimi ekonomi üzerinde etki gösterdiği gibi çevre ve canlılar üzerinde sosyal etkiler de yaratmaktadır. Bu etkilerin detaylı olarak incelenmesi Şekil 8.1. 'de ele alınmıştır. Artan enerji tüketimi ile karbon salınımının artması çevre ve atmosfer üzerinde aynı zamanda da canlıların sağlıkları ve hatta davranışları üzerinde de etkiye sahiptir. Aynı zamanda enerji talebinin artışı karşılamak amacı ile enerji kaynaklarının kullanımının artması enerji kaynaklarının tükenmesine veya yok olmasına sebebiyet verebilmektedir. Gelişen teknoloji ile yenilenebilen kaynaklara yönelim artmıştır. Böylece kaynakların tükenmesi yavaşlatılabilecektir. Bu da ülkelerin gelişmiş düzeyiyle ve teknolojisiyle doğrudan ilişkili bir durumdur.

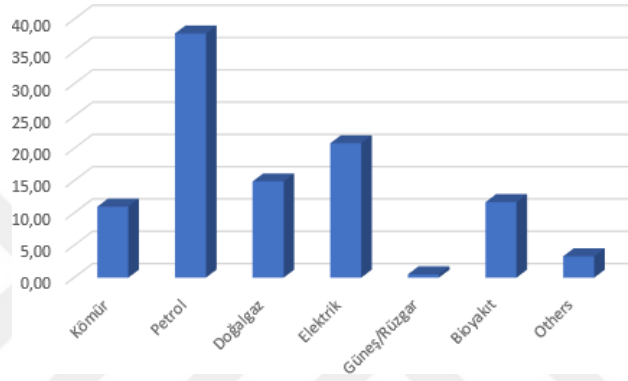


Şekil 8.1. Enerji tüketiminin sosyal etkileri

### 8.1. Enerji Tüketiminin Çevresel Etkileri

Artan enerji tüketimi ülkelere ekonomik yük olmakla birlikte dışa bağımlılığı da arttırmaktadır. Bu nedenle küresel enerji tüketiminde ucuz ve bol olan kaynaklara yönelim artmakta bu durum da fosil kaynakların kullanımını yaygınlaştırmaktadır. Fosil kaynakların tüketimi ise paralelinde çevre sorunlarının artışı ortaya çıkarmaktadır. Atmosfere salınan zehirli gazların büyük çoğunluğunu enerji üretim ve tüketimi oluşturmaktadır. Bu durum günümüzde daha çok gündeme gelmeye başlamış ve gelişmiş ülkeler enerji ihtiyaçlarını karşılamak için yenilenebilir kaynaklara yönelmişlerdir. Yenilenebilir kaynakların çevreye verdiği sorunların fosil kaynaklardan daha az oluşu bu kaynakların kullanımının yaygınlaştırılması gerektiğinin bir göstergesi olmuştur.

Enerji tüketimini arttıran faktörlerin başında gelen teknolojik gelişmeler ve nüfus artışı günümüzde özellikle taşıt kullanımının ve sanayide makineleşmenin artmasına, dolayısıyla da petrole olan ihtiyacın artmasına neden olmaktadır. Uluslararası enerji ajansı verilerine göre derlenen Şekil 8.2. 'ye göre küresel enerji tüketiminin büyük çoğunluğunun petrol ve fosil kaynaklar olduğu görülmektedir. Gelişmiş ülkelerde tüketimin yüzdelik oranının büyük çoğunluğunu yenilenebilir kaynaklar oluştursa da küresel bazlı tüketimde fosil kaynaklar önceliğini korumaya devam etmektedir. Bu durum atmosfere salınan zehirli gazların ve çevresel sorunların artışı desteklemektedir.



Şekil 8.2.Küresel enerji tüketimi<sup>49</sup>

Fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkilerini daha iyi karşılaştırmak için Tablo 8.1. 'de çeşitli kirlilikler ve bu kirliliklere neden olan kaynaklar verilmiştir. Tablodan da görülebileceği gibi fosil yakıt kullanımı hava, su ve gürültü kirliliğine neden olarak iklim değişikliklerine neden olmakta ve canlı yaşamına etki etmektedir. Yenilenebilir kaynakların çevre sorunlarına her ne kadar etkisi olsa da fosil kaynaklar kadar çevreye ve canlılara zarar vermemektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından dalga ve biyokütle enerjisi fosil yakıtlardan sonra çevreye verdiği sorunlarda öncelikli gelir. Biyokütle kaynaklarından enerji elde etmek için yakma işlemi hava kirliliği ve görüntü kirliliği oluşturarak canlı yaşamını tehlikeye atabilmekte, aynı zamanda atık oluşumuna da sebebiyet verebilmektedir. Dalga enerjisi için gerekli olan cihazlar ise suyun kirlenmesine, görüntü ve gürültü kirliliklerine neden olmakta, suya karışan kirlilik etkisi ile de özellikle su da yaşayan canlıların yaşamına etki edebilmektedir. İnsan ve hayvanların denizde yaşayan bu canlıları tüketmeleri ile de bu sorunlar tüm canlılar üzerinde etkisini gösterebilmektedir.

<sup>49</sup> Uluslararası Enerji Ajansı [IEA], (2017).

Rüzgar türbinlerinin oluşturduğu görüntü ve gürültü kirliliği özellikle rüzgar türbinlerine yakın olan konutlarda yaşayan insanlarda işitme problemlerine, türbinlere çarpan kuşların yaşamını yitirmesine sebep olabilmekte ve canlı yaşamını etkilemektedir. Jeotermal kaynakların yeraltından çıkarımı için kullanılan teknolojik yöntemler esnasında gürültü kirlilikleri oluşturabilmekte, yüksek sıcaklığa sahip rezervuarların suya karışması suyu kirleterek canlıların etkilenmesine neden olmaktadır. Hidrojen enerjisi ise sıvı olarak iletimi esnasında su kirliliği ve görüntü kirlilikleri oluşturarak canlı yaşamına etki etmektedir. Çevresel etkisi en az olan güneş enerjisinin etkisi ise güneş panellerinin oluşturduğu görüntü kirliliğinden kaynaklanır.

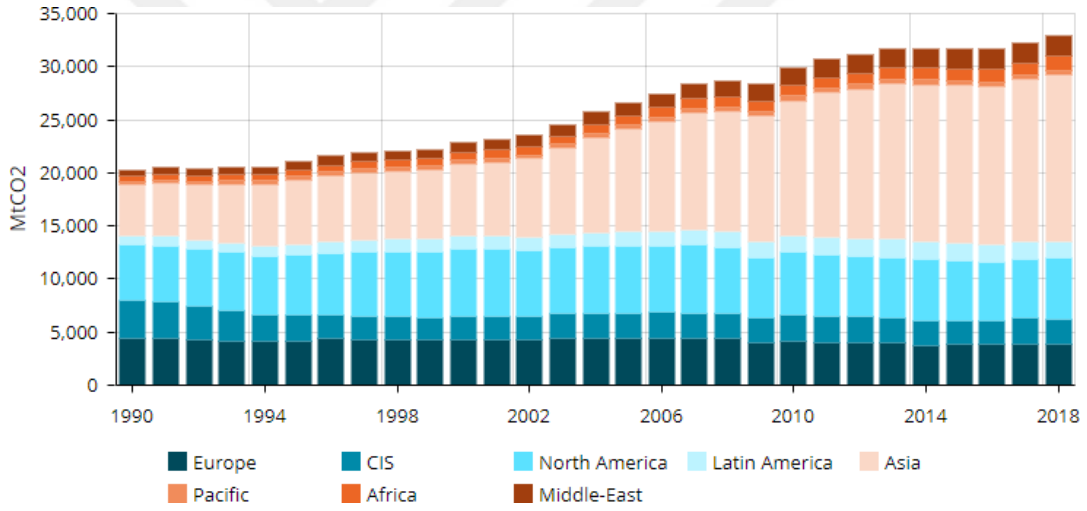
**Tablo 8.1.** Fosil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının çevresel etkilerinin karşılaştırılması<sup>50</sup>

| Kaynak                                                  | Fosil Yakıtlar | Güneş | Rüzgar | Jeotermal | Hidrojen | Dalga | Biyokütle |
|---------------------------------------------------------|----------------|-------|--------|-----------|----------|-------|-----------|
| Emisyonlar, Hava Kirliliği ve İklim Değişikliğine Katkı | +              | -     | -      | -         | -        | -     | +         |
| Deşarjlar, Su Kirliliği ve İklim Değişikliğine Katkı    | +              | -     | -      | +         | +        | +     | -         |
| Atık Oluşumu                                            | +              | -     | -      | -         | -        | -     | +         |
| Görüntü Kirliliği                                       | -              | +     | +      | -         | +        | +     | +         |
| Gürültü Kirliliği                                       | +              | -     | +      | +         | -        | +     | -         |
| Habitat ve Canlı Yaşamına Etki                          | +              | -     | +      | +         | +        | +     | +         |

Fosil kaynaklar içerisinde kullanımı en yaygın olan petrol özellikle termik santrallerde, sanayide ve ulaşımında yakıt olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda sanayide plastik üretimi, kauçuk üretimi, kozmetik sektörü ve kimyasal ürünlerde hammadde olarak da çeşitli kullanım alanlarına sahiptir. Petrolden sonra kullanımı en yaygın fosil kaynak olan doğalgaz ise özellikle termik santrallerde, ulaşımında ve ısıtma sistemlerinde yakıt olarak kullanılmaktadır. Diğer bir fosil kaynak olan kömür ise özellikle demir-çelik sektörü, ısıtma sistemleri ve termik santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Fosil yakıtların kullanımından tüketimine kadar çevresel etkileri devam etmektedir.

<sup>50</sup> Yıldırım, a.g.k., 2016, s. 16.

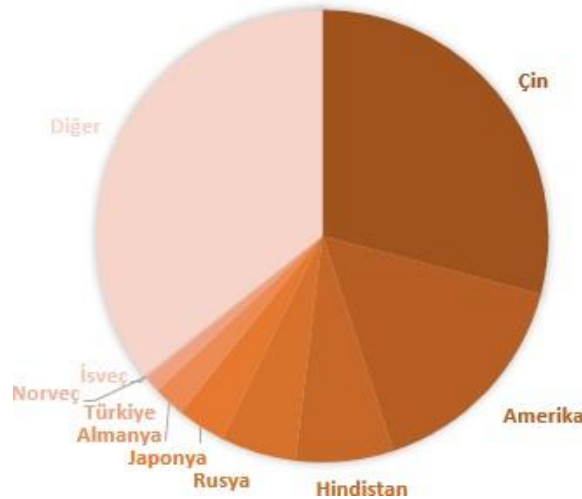
Enerji tüketimine dayalı çevresel kirlilik artışı nüfus, kentleşme, teknoloji, sanayileşme, gelişmişlik gibi faktörlere bağlı olarak ülkeler arasında farklılık gösterebilmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi nedeniyle oluşan çevresel sorunların önüne geçebilmek adına yapılan çalışmalar önem kazanmıştır. Bu çevresel kirliliklerin en bilinen sonuçlarından olan küresel ısınma ve iklim değişiklikleri temelde karbondioksit salınımından kaynaklanmaktadır. Karbondioksit salınımı 1990 yılından 2018 yılına kadar olan süreçte Şekil 8.3. 'de ele alınmıştır. 1990 yılında yaklaşık 20.000 MtCO<sub>2</sub> olan karbondioksit salınımı küresel enerji istatistikleri yıllıklarına göre, 2018 yılında 32,474 MtCO<sub>2</sub> olmuştur. Enerji tüketimi artmaya devam etse de gelişmiş ülkeler teknoloji ve yenilebilir enerji kaynaklarına yönelim etkisi ile karbondioksit salınımında artış görmeyebilirler. Buna karşılık gelişmekte olan ülkelerde nüfus, kentleşme, sanayi, teknoloji gibi faktörler karbondioksit salınımını arttırmaya devam etmektedir.



Şekil 8.3. Küresel CO<sub>2</sub> salınımı değişimleri<sup>51</sup>

<sup>51</sup> Global Energy Statistical Yearbook, (2018).

Fosil yakıtlar bazında küresel karbondioksit salınımının yaklaşık %44'ü kömür kaynaklı, %33'ü petrol kaynaklı, %23'ü ise doğalgaz kaynaklıdır. Wordbank verilerine göre derlenen Şekil 8.4.'de ele alındığı gibi küresel karbondioksit salınım oranının yaklaşık olarak yarısı Asya ülkelerinden kaynaklanır. Asya ülkelerinde artan nüfusa karşılık ülkelerin gelişmişlik düzeyinin yeterli olmaması karbondioksit salınımında Asya'nın diğer kıtaların önünde olmasının temel nedenidir. 9,467 MtCO<sub>2</sub> karbondioksit salınımı ile küresel sıralamada öncelikli olan ülke Çin'dir. Çin'in sebep olduğu bu karbondioksit salınımının yaklaşık %78'ini kömür kaynaklıdır. Kömürden sonra petrol ve az bir oranla da doğalgaz gelir. Çin'den sonra karbondioksit salınımı en fazla olan ülke Amerika'dır. Amerika küresel karbondioksit salınım oranlarında yaklaşık %16'lık bir paya sahiptir. Bu paya rağmen Amerika, küresel iklim değişikliğinin önlenmesini amaçlayan Paris İklim Anlaşmasından, Amerika'nın dezavantajına neden olduğu gerekçesiyle çekilmek için Birleşmiş Milletlere başvuruda bulunmuştur. Amerika'da Çin'den farklı olarak ise karbondioksit salınımının temel kaynağı kömür yerine %42 oran ile petroldür. Petrolü doğalgaz takip etmekte ve kömür %26'lık bir orana sahip olabilmektedir. Almanya gibi gelişmiş ülkelerde ise yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ile karbondioksit salınımında son yıllarda azalma yaşanmıştır. Enerjiye dayalı karbondioksit salınımlarının en az görüldüğü ülkelerden olan İsveç ve Norveç gibi gelişmiş ülkelerde ise salınımın büyük çoğunluğu petrol kaynaklıdır.



Şekil 8.4. Küresel karbondioksit salınımı<sup>52</sup>

<sup>52</sup> Worldbank, (2018).

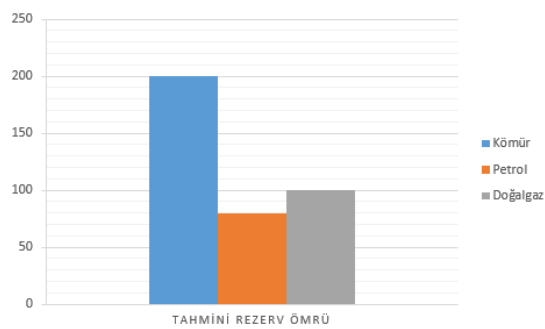
Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye’de ise karbondioksit salınımı 383,3 MtCO<sub>2</sub> seviyelerindedir. 2013 yılında 303,3 MtCO<sub>2</sub> olan karbondioksit salınımı 2019 yılına kadar artış göstermeye devam etmiştir. Türkiye’deki bu salınımında kömürün payı toplam salınımın yaklaşık %48’lik kısmını oluşturur. Petrolün toplam karbondioksit salınımındaki payı %28 ve doğalgazın toplam karbondioksit salınımındaki payı ise %25’dir. (Statista, 2019).

Enerji tüketiminin neden olduğu tüm çevresel kirlilikler temelde 3 ana grupta ele alınır. Isınmada, sanayide ve motorlu taşıt kullanımında zehirli gazların atmosfere salınımı ile oluşan hava kirliliği, suya bırakılan enerji atıklarının oluşturduğu su kirliliği ve toprağa karışan zehirli kimyasalların neden olduğu toprak kirliliği bu grubun parçalarıdır. Tüm bu kirliliklerin ortak yanı canlıların yaşamlarını tehlikeye atması, iklim değişikliklerine ve küresel ısınmaya zemin hazırlamasıdır. Teknolojinin ilerlemesinden faydalanan gelişmiş ülkeler, enerji verimliliğini ve yenilenebilir kaynaklardan enerji elde edilmesini arttırarak çevre kirliliğindeki paylarını azaltmayı hedeflemektedir. Tüm canlıların sağlığı ve çevre problemlerinin en aza indirilmesi için enerji üretimi ve tüketiminden kaynaklanan sorunların önüne geçilmesini amaçlayarak alınacak önlemler artan enerji talebiyle ilerde karşılaşılabilecek sorunların artışını önleyebilecektir.

## 8.2. Enerji Tüketiminin Enerji Kaynaklarına Etkisi

Enerji tüketiminin artması ekonomik ve çevresel etkiler oluşturabileceği gibi, enerji kaynaklarının azalması ve yıllar içerisinde tükenmesi gibi etkilere de neden olabilmektedir. Günümüzde daha fazla üzerinde durulan bir konu halini alan sürdürülebilir enerjinin sağlanması enerji tüketiminin artmasının etkileri arasındadır. Artan enerji talebi ve tüketimi sürdürülemeyen kaynakların rezervlerinin bir süre sonra azalmasına neden olabileceği gibi uzun vadede bu kaynakların tükenmesi de söz konusudur. (Ursavaş ve Yıldırım, 2017).

Yapılan çalışmalar fosil kökenli kaynakların 2040 yılından sonra tükenmeye başlayacağını öne sürmektedir. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu'nun yaptığı bu çalışmalar fosil kaynaklar içerisinde en fazla talep gören petrolün rezervlerinin 50-80 yıl içerisinde tükenmesi beklenmektedir. Petrol madenciliği fiyatlarındaki artış ve kimyasal sektörde petrol tüketiminin enerji kullanımının dışında kalması petrol rezervlerinin tükenmesi ile paralellik göstermesi beklenen konulardır. Petrolden daha fazla rezerv ömrü olduğu tahmin edilen doğalgazın tahmini rezervlerinin tükenme süresi ise 60-100 yıl olarak hesaplanmıştır. Doğalgaz rezervlerinin azalması ile doğalgaz transferi fiyatlarında artış, doğalgaz fiyatlarında artış ve doğalgazın enerji dışı kullanımının gelişmesi beklenen gelişmeler arasındadır. Fosil yakıtlar içerisinde en fazla rezerv ömrüne sahip olan kaynak kömürdür. Tahmini kömür rezervlerinin tükenme süresi 150-200 yıldır. Bu süreç içerisinde azalan rezerv madencilik fiyatlarında artışa ve kömür kalitesinin zamanla azalmasına neden olacaktır. Şekil 8. 5. 'de fosil kaynakların rezervlerinin tahmini tükenme sürelerini özetleyen grafik verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı gibi rezerv ömrünün en fazla olduğu fosil kaynak kömür iken en az olduğu enerji kaynağı petroldür.



Şekil 8.5. Fosil yakıtların tahmini rezerv ömürleri<sup>53</sup>

<sup>53</sup> Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu [TKİ], (2019).

Kömür madeninin rezerv ömrünün uzun olmasının en temel sebebi kömürün dağınık bir coğrafyada yayılı olmasıdır. Bu durum kömür rezervlerinin dünya üzerinde birçok farklı noktadan elde edilebilmesini sağlamaktadır. Böylece kömürün transferi, depolanması ve kullanımı kolaylaşmaktadır. Ayrıca kömür madeninden enerji elde etmek için ileri teknolojiler gerekmemesi de büyük bir avantajdır. Önemli noktalardan bir diğeri ise kömürün elde edildiği bölgelerin politik süreçlerin etkisinden uzak olması ve bu süreçlerden kömürün diğer fosil kaynaklardan daha az etkilenmesidir. Geniş bir rezerv alanına sahip olan doğalgaz ise kömür kadar bu süreçten uzak kalamadığı için rezerv ömrünün daha kısa olması beklenmektedir. Politik süreçlerden en fazla etkilenen bölgede rezervlere sahip olan petrolün rezerv ömrünün ise uzun olmayacağı tahmin edilmektedir. Enerji kaynaklarının rezerv ömürlerinin net hesaplanabilmesi için özellikle kömür olmak üzere fosil kaynakların kalitesinin, politik süreçlerin, zaman içerisinde gelişen teknoloji ile yeni rezerv alanlarının keşfedilmesi ve bu alanlardan kaynak elde edilmesinin, enerji verimliliği çalışmaları ile enerji tüketimindeki değişimin, nüfus değişimlerine bağlı olarak enerji tüketiminin etkilenmesinin, yeni teknolojiler ile farklı enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması gibi durumların detaylı incelenmesi gerekir. Bu nedenle enerji kaynaklarının rezervleri bu girdiler dahilinde tahmini yapılabilmektedir. (TKİ, 2018, s. 57).

Küresel enerji tüketiminde fosil enerji kaynaklarının önemi düşünüldüğünde tahmini fosil enerji rezervlerinin tükenme süreleri enerjinin elde edilmesi gereken farklı kaynaklar arayışını ortaya çıkartmaktadır. Bu durum ülkelerin tükenmeyen ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yönelimini arttırmıştır. Tükenmeyen ve doğada var olan kaynaklardan enerji elde edilmesi güneş, rüzgar, hidrotermik, termik kaynaklar gibi yenilenebilir enerjinin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Gelişen teknoloji ile bu kaynaklardan enerji elde edilmesi kolaylaşmakta ve başlangıçta yüksek olan kurulum maliyetlerinin düşürülmesi planlanmaktadır. Yenilenebilir kaynaklara ek olarak fosil rezervlerinin tükenmesini yavaşlatmak için enerji verimliliği çalışmalarının da iyi yürütülmesi gerekmektedir. Kullanılan enerjiden maksimum verim alınması sağlanırsa tüketilen rezerv miktarı da azalır ve böylece fosil kaynakların tüketimi azaltılarak tükenmesinin yavaşlatılması sağlanabilir.

### 8.3. Enerji Tüketiminin Sağlık Üzerindeki Etkileri

Enerji tüketiminin ile oluşan çevre kirlilikleri canlılar üzerinde doğrudan etkiye sahiptir. Özellikle artan nüfus etkisiyle araç, makine, teknolojik aletlerin kullanımının yaygınlaşması enerjiye olan talebi de arttırmıştır. Artan bu talebi karşılamak için ucuz ve kolay elde edilebilen kaynaklara yönelim gerçekleşerek fosil kaynakların kullanımı yaygınlaştırılmıştır. Bu yönelim anlık olarak enerji talebine cevap vermiş olsa da canlılar üzerinde birçok sağlık problemini de ortaya çıkartmıştır. Fosil kaynaklar dışında enerji elde etmek amaçlı kullanılan diğer kaynakların canlı sağlığı üzerindeki etkisi yok denilemezse de fosil kaynaklar kadar etkisi söz konusu değildir. (Yıldırım, 2016, s.16).

Enerji tüketiminin neden olduğu çevresel kirlilik canlıların sağlığına etki etmektedir. Bu çevresel kirlilikler temel olarak hava, su ve toprak kirlilikleri olarak ele alınmaktadır. Özellikle fosil kaynaklardan enerji elde etmek için kullanılan yakma prosesi sırasında açığa çıkan karbondioksit ve metan gibi zehirli gazlar havaya karışarak kirliliğe neden olmaktadır. Fosil kaynaklar gibi yakılarak enerji elde edilen biyokütle enerjisi de havaya zararlı gazların yayılımını arttırmaktadır. Hava kirliliği canlılarda başta solunum hastalıkları olmak üzere birçok sağlık probleminin ortaya çıkmasına da neden olmaktadır. Havaya salınan gazlar canlıların solunumu ile vücutlarına işleyerek astım, akciğer hastalıkları ve hatta kansere neden olabilmektedir. Fosil kaynaklar ve biyokütle kadar nükleer santrallerde hava kirliliği oluşturabilmektedir. Nükleer santrallerin atmosfere yaydığı radyoaktif gazlar canlıların sağlığını etkilemektedir. Hava kirliliğinin ozon tabakasına verdiği zararlar da atmosferi etkileyerek iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Bu durum iklim değişikliklerine bağlı hastalık ve ölümlerin artışını hızlandırmaktadır. İklim değişikliklerine bağlı olarak ısınma ve soğumaya dayalı hastalıklar, alerjen etkinin artmasına dayalı akciğer rahatsızlıkları ön plana çıkmaktadır. Hayvanlarda ise bu durum göç zamanları, yuvalama dönemleri gibi kritik süreçleri etkileyerek ölümlere ve hastalıklara zemin hazırlamaktadır. Hava kirliliği her ne kadar başlıca akciğer hastalıkları olarak bilinse de canlılar üzerinde farklı sorunlara da neden olabilmektedir. Hava kirliliğinin canlı psikolojisi üzerindeki etkisi de yadsınamaz bir gerçektir. Enerji tüketimi ile artan hava kirliliği ruhsal ve psikolojik hastalıklara neden olabilmekte ve depresyon, travma ve stresi tetikleyebilmektedir. (Sever, 2019).

Fosil kaynakların atıklarının ve termik santrallerden çıkan radyoaktif zehirlerin suya ve toprağa karışması, jeotermal santrallerde füzyon ve fisyon işlemlerinin etkisiyle suya bırakılan yüksek sıcaklıktaki rezervuarlar, biyokütle atıkları toprağın ve suyun kirlenmesine neden olmaktadır. Kirlenen suyu tüketen canlılarda ishal, sıtma, kolera, bağırsak parazitleri, tifo ve bağışıklık sistemi bozuklukları görülmektedir. Aynı zamanda bu suyun tarımda kullanılması da yiyeceklerin kirlenmesine ve dolaylı yoldan canlıların sağlık problemleri yaşamasına neden olmaktadır. Kirli suların etkisinde kalan yiyecekleri tüketen canlılarda enfeksiyon problemleri ve kanser hastalıklarının görülmesi kaçınılmazdır. Su ve toprak kirliliği canlılarda cilt sorunlarına da neden olabilmektedir. Besinler yoluyla, suyun doğrudan tüketimiyle, suyun cilde temasıyla ve zarar görmüş ozon tabakasından yansıyan güneş ışınlarının etkisiyle cilt hastalıkları ve özellikle de cilt kanseri görülme sıklığı artmıştır. Enerji tüketimi artışı ile iklim değişikliği artışı tüm bu hava, su ve toprak kirliliği faktörlerinden etkilenmektedir. Termik santral bacalarından çıkan zehirli gazlar, suya ve toprağa karışan enerji tesisi atıkları ve hidroelektrik santrallerde suyun toplandığı barajın genişliğinin buharlaşmayı arttırması iklimsel farklılıklara neden olarak canlı yaşamını tehdit etmektedir. Bu iklim değişikliğine uyum sağlayabilen canlılar hayatta kalırken uyum sağlayamayan canlılar ise ölür.

Enerji tüketiminin canlılar üzerindeki etkisini farklı bir yaklaşımla incelediğimizde ise enerji üreten tesislerde çalışan sayısına dayalı kaza sayısı dikkat çekmektedir. Tablo 8.2. 'de bu kazalara ait detaylı veriler 2005 yılı için ele alınmıştır. En çok işçi ölümlerine neden olan enerji sektörleri kömür ve petrol madenleri olmuştur. Tablo genel olarak incelendiğinde ise ölüme sebebiyet veren temel problemlerin maden kazaları, patlamalar, baraj yıkılmaları, taşıma problemleri ve çeşitli kazalardan kaynaklandığı görülmektedir. Gerekli tedbirlerin alınması ile bu kazaların önüne geçilmesi mümkündür.

**Tablo 8.2.** *Enerji sistemlerinin ölüm riskleri, 2005<sup>54</sup>*

| Enerji Sistemleri               | Ölümlü<br>Kaza Sayısı | Toplam Ani<br>Ölüm Sayısı | Üretilen<br>GW-yıl | Toplam Enerji |
|---------------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------|---------------|
| Kömür (Maden kazaları dahil)    | 62                    | 3600                      | 10.000             |               |
| Petrol (Üretim ve taşıma dahil) | 63                    | 2070                      | 21.000             |               |
| Doğal-gaz (Patlama)             | 24                    | 1440                      | 8.600              |               |
| Hidroelektrik (Baraj yıkılması) | 8                     | 3839                      | 2.700              |               |
| Nükleer (Çernobil kazası)       | 1                     | 31                        | 1.000              |               |

<sup>54</sup> H. Kumbur vd., (2005). *Türkiye'de Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Karşılaştırılması*. s. 2.

Fosil yakıt tüketimi ile artış gösteren çevre ve sağlık problemlerini azaltmak için gelişmiş ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimini arttırmayı amaçlayan politikalar izlemeye başlamıştır. Yapılan çalışmalar yenilenebilir enerji tüketimi ile tahmini yaşam sürelerinin birbiri ile ilişkili olan iki parametre olduğunu göstermektedir. Yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın halk sağlığı üzerinde olumlu etkileri olması beklenmektedir. Halkın bilinçlendirilmesi ve refah düzeyleri ile yenilenebilir enerjilerden daha fazla yararlanılması sağlanabilir. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve yenilenebilir enerji tüketimini artırma politikası konusunda halkın bilinçlendirilmesi avantaj sağlayacaktır. (Caruso, Colantonio ve Gattone, 2020).

Enerji tüketimi ile ortaya çıkan çevresel kirlilikler iklim değişikliklerini ortaya çıkarmakta ve bu değişikliklerin zararlı etkilerinin yapılan çalışmalarla kanıtlanmaya başlamasıyla Almanya gibi gelişmiş ülkeler nükleer enerji ve fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kullanımına eğilim göstermiştir. Bu eğilimin sağlık üzerindeki etkileri üzerine yapılan çalışmalar yenilenebilir enerji kullanımı ile karbondioksit ve metan gazı gibi iklimi değiştiren kirleticilerin etkilerinin azalacağını ve daha temiz bir çevre elde edilebileceğini göstermektedir. Böylece halk sağlığını korumak ve iyileştirmek için fırsatlar elde edilebilecektir. Nükleer enerji ve fosil yakıtlar yerine yenilenebilir enerji tüketiminin sağlık üzerindeki etkileri incelenirken sağlığı etkileyen faktörlerin sadece çevresel değil, aynı zamanda ekonomik, sosyal ve mesleki konulardan da kaynaklanabileceği hesaba katıldığı için sağlık üzerinde oluşabilecek etkiler detaylı olarak açıklığa kavuşturulamamaktadır. Yine de yapılan çalışmalar sağlık etkilerini belirli kirlilik konsantrasyonları veya çevresel problemlerle ilişkilendirmektedir. Özetle, daha temiz bir enerji sistemine geçişin sadece küresel iklim değişikliğini etkilemekle kalmaması, aynı zamanda yerel düzeyde nüfus sağlığı üzerinde de derin etkileri olması beklenmektedir. (Sutcliffe, Orban, McDonald ve Moebus, 2015).

Enerji ihtiyaçlarının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması ile çevresel sorunların azaltılması ve enerji verimliliğinin sağlanabilmesi karbondioksit emisyonunun azalmasını sağlayacaktır. Böylece çevresel sorunların, sağlık harcamalarının artmasına ve iş gücünün verimliliğinin azalmasına neden olması engellenebilecektir. Çevre üzerinde oluşturulacak iyileşmeler ülke kalkınmasına da katkı sağlayacaktır. (Pehlivan, Han ve Bingöl, 2020).

#### **8.4. Enerji Tüketiminin Canlılar Üzerindeki Etkileri**

Enerji tüketiminin canlılar üzerindeki etkisi enerji tüketiminin artışıyla daha çok gündeme gelmeye başlayan bir konu olmuştur. Bu etkiler her canlı türü için farklı olabileceği gibi kısa ve uzun dönem olarak incelendiğinde de farklı sonuçlar gösterebilir. Canlılar enerji tüketimiyle birlikte kirlenen hava, su ve toprağın neden olduğu etkilerden ve bu etkilerin yarattığı değişikliklerden doğrudan etkilenmektedirler. Özellikle havaya salınan zehirli gazların atmosfere yayılarak sera etkisi yapmasıyla yaşanan küresel ısınma etkisi sıcaklıkların artmasına neden olarak iklim değişikliklerinin hissedilmesine neden olmaktadır. İklim değişikliklerine uyum sağlayabilen türler yaşamını devam ettirirken uyum sağlayamayan türler yok olmaya başlamıştır. (Selici, Utlu, ve İlten, 2005).

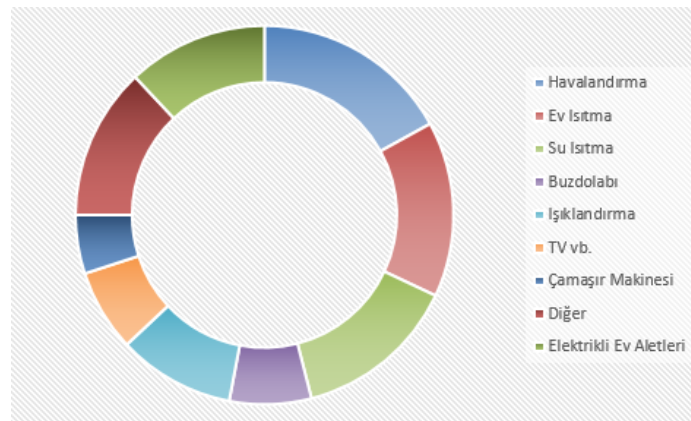
Besin zincirinin temelini oluşturan bitkiler küresel ısınma ve iklim değişikliklerinden fazlasıyla etkilenmekte ve besin zincirinde kendisinden sonra gelen diğer canlılara da bu etkiyi taşımaktadır. Yeşil bitkilerin değişen hava koşulları nedeniyle fotosentez yapamaması, ormanların ısınan hava etkisiyle yok olması tüm canlıların sonunu getirebilecek bir tehdit unsurudur. İklim değişikliklerinden etkilenen bitkiler yok olmaya mahkumken uyum sağlayabilen bitki türleri hayatta kalabilmektedir. Ancak bu hayatta kalan bitkiler de değişen koşullara uyum sağlayabilmek için yaşam döngülerinde değişikliğe gitmek zorunda kalabilmektedir. Hava koşullarına göre çiçek açma süreleri değişebilmekte ve bu durum çoğalma süreçlerini etkilemektedir. Burada önemli bir noktada enerji tüketimi etkisiyle kirlenen topraktan mineral ve su alarak beslenen bu canlıların yaşadığı etkilerdir. Özellikle nükleer santral etkisiyle yayılan radyasyon uzun yıllar boyunca toprakta etkisini gösterebilmektedir. Tüm bu durumlar gelecekte bazı bitki türlerinin yok olmasına ve bitki çeşitliliğinin azalmasına neden olabileceği gibi bu bitkiler sayesinde hayatta kalan canlıların da yaşamını olumsuz etkisi altına alacaktır.

Bitkilerin yaşadığı bu değişimler bitkiler ile beslenen hayvanları doğrudan besin yoluyla etkisi altına almaktadır. Toprağın, suyun ve havanın kirlenmesi ile değişime uğramış bitkileri tüketen hayvanlar doğrudan etki altında kalmaktadır. Küresel ısınma etkisiyle iklim değişikliklerinin günümüzde en bilinen etkilerinden biri ise buzulların erimesi ile kutup ayılarının sayılarının azalmasına ve türlerinin tehlikeye girmesine neden olmaktadır. İklim değişiklikleri doğa koşullarının değişmesine dolayısıyla da canlıların yaşam alanlarının yok olmasına sebebiyet vermektedir. Buna başka bir örnek olarak bitki örtüsündeki ve yağışlardaki değişikliklere bağlı olarak canlıların yaşam alanlarının tahribatı da verilebilir. Yaşam alanındaki bu değişiklikler canlıların yaşamını zorlaştırarak kış uykusuna yatma süreleri, yumurtlama süreçleri ve göç zamanları gibi tüm biyolojik döngü süreçlerine etki etmektedir. Göç, kış uykusu ve yumurtlama zamanlarını yağışlar ve bitki örtüsündeki değişikliklere göre düzenleyen canlıların yaşayacağı değişiklikler sadece kendi türlerini etkisi altında bırakmaz. Zamanında gerçekleşmeyen göç, göç edilen alanda beslenme sıkıntı yaşanmasına ve başka bir türün sayısının değişmesine etki edebilmektedir. Küresel ısınma etkisiyle ısınan denizlerde yaşamını devam ettiren canlıların yumurtlama süreçleri doğrudan etkilenecek doğum süreleri değişebilmektedir. Suyun sıcaklığına göre cinsiyet oluşum sürecine sahip türlerde ise aynı türün çoğalması ile ileri dönem için neslin tükenmesi riski söz konusudur. Özetle denizlerin ısınması, buzulların erimesi, çölleşmenin artması hem bitkiler hem de doğrudan ve bitkiler yoluyla hayvanlar için gelecekte daha büyük riskleri ortaya çıkaracaktır. Nükleer santralin yaydığı radyasyona bağlı olarak mutasyona uğrayan türler de söz konusudur.

Enerji tüketimine bağlı olarak yaşanan tüm bu süreçler hem bitkiler hem de hayvanlar ile beslenen insanlar için daha tehlikeli bir durum ortaya çıkarmaktadır. Hava kirliliğinin sebep olduğu akciğer hastalıkları, su ve toprak kirliliğinin sebep olduğu bağırsak, cilt ve bağışıklık sistemi bozukluklarının yanında bir de tüketilen besinlerden geçen bu etkiler insan sağlığının büyük oranda bozulmasına ve kanserli hasta sayısının her geçen gün büyük oranda artmasına neden olan etkenler arasındadır. Enerji tüketiminin artışı ile hava, su ve toprağın yapısına karışan kimyasal maddelerin artması bitki ve hayvan türlerindeki azalmaya neden olurken tarımsal faaliyetlerin zarar görmesine neden olarak gelecek dönemde insanlar ve tüm canlılar için kıtlık sürecinin başlamasına sebep olacaktır.

Bitki ve hayvanlardan farklı olarak enerji tüketiminin insanlar üzerinde psikolojik etkileri de söz konusudur. Santral bacalarından çıkan zehirli gazların havaya karışması insanlarda görülen stres, travma, bunalım gibi ruhsal değişimleri tetikleyerek psikolojik problemlerin görülmesini yaygınlaştırmaktadır. Aynı zamanda bireylerin enerji kullanım alışkanlıkları davranışları üzerinde de etki göstermektedir. Her geçen gün gelişmeye devam eden teknoloji insanların daha fazla elektronik eşya kullanmasına zemin hazırlamış ve daha az beden gücü kullanımına neden olmuştur. Gerek evlerde gerekse iş yerlerinde daha az güç harcayan bireyler işlerini teknolojik aletler ile yapmaya alışmış ve enerji bağımlısı canlılar haline gelmişlerdir. Beden gücü kullanımını azaltan teknolojik gelişmeler, insanların spor aletleri ve medikal cihazlar ile sağlığını korumasını destekleyerek daha fazla enerji gereksinimi oluşumuna neden olmaktadır. Teknolojik aletlerin kullanımının yaygınlaşmasının etkilerinin en fazla görüldüğü yaş gruplarından biri de gençlerdir. Enerji tüketimine alışan nesil sosyalleşme algısı olarak bu cihazları kullanabilmektedir. Bu durumun bir süre sonra bireyler üzerinde ruhsal sorunları başlatması beklenen bir olasılıktır. (Şener, Koyuncu ve Öztürk, 2020).

Amerika Enerji Bilgi Dairesi tarafından paylaşılan enerjinin son kullanıcı tarafından evlerde kullanımına dair verilere göre 2015 yılına dair elektrik tüketiminin evlerdeki kullanım alanlarının dağılımı Şekil 8.6. 'da verilmiştir. Konutlarda en fazla elektrik tüketiminin klima gibi havalandırma sistemlerinde daha sonra ev ve su ısıtma sistemlerinde tercih edildiği görülmektedir. Bu pay dağılımına bakılarak evlerde son kullanıcı odaklı elektrik tüketiminin büyük payının teknolojik cihazlar olduğu söylenebilir.



Şekil 8.6. Konutlarda elektrik kullanımının dağılım payı<sup>55</sup>

<sup>55</sup> Amerika Enerji Bilgi Dairesi [EIA], 2015.

Tüm bu incelemeler canlıları etkileyen faktörlerin sadece bir tür üzerinde incelenemeyeceğinin göstergesini oluşturmaktadır. Nasıl ki bitkiler fotosentez yapmadığında hayat durursa bir türün yaşadığı etkilerin de tüm canlıları etkisi altına alması kaçınılmazdır. Buna verilebilecek en güzel örneklerden bir diğeri de enerji tüketimi ile artan iklim değışiklikleri sonucu kuşların yumurtlama zamanlarının değışmesidir. Bu değışim dünyaya gelen yavruların böcek bulmakta zorlanmasına sebep olmakta hatta bazı canlıların yaşamına neden olabilmektedir. Aynı zamanda besin zincirinde bu kuşların altında bulunan böceklerin sayısında artış olması da aynı sürecin bir sonucudur. Artan bu böcekler ise insanların çeşitli hastalıklar kapmasına neden olabilir. Tüm bu döngü bir türü etkileyen olayların tüm canlılar için risk taşıdığını gösteren bir durumdur.

Enerji tüketiminin canlılar üzerindeki bu etkilerini en aza indirebilmek için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Özellikle enerji tüketimindeki artış bu etkileri arttırmaya devam etse de enerji verimliliği çalışmaları ile tüketilen enerjinin azaltılması amaçlanmalıdır. Bu amaç doğrultusunda küresel anlamda teşvik programları uygulanmaya devam etmektedir. Teknolojinin gelişmesi de bu kapsamdaki çalışmaları destekler niteliktedir. Gelişen teknoloji birim enerjiden elde edilebilecek maksimum faydayı sağlayarak enerjiden tasarrufu sağlamada fayda sağlamaktadır. Alternatif bir çözüm olarak düşünülen yenilenebilir enerjiler de fosil yakıt kullanımının canlılar üzerindeki etkilerini en aza indirmeyi amaçlayan ve özellikle gelişen ülkelerde daha fazla tercih edilen kaynaklardır. Yenilenebilir enerjilerin canlılar üzerinde etkisi yok denilemese de fosil yakıtlarla kıyaslandığında kullanımının daha az etkiye sahip olduğu bir gerçektir. Günümüzde enerji tüketiminin azalması mümkün görünmese de bu ve benzeri seçenekler ile enerji tüketiminin canlılara verdiği etkileri en aza indirmek hedef olarak belirlenebilecek seçenekler arasındadır. (Yıldırım, 2016, s.16).

### **8.5. Enerji Tüketiminin Ülkelerin Gelişmişlik Düzeyine Etkileri**

Ülkelerin gelişmişlik düzeyi belirlenirken kullanılan birçok parametre vardır. Bu parametreler başlıca nüfusa dayalı demografik göstergeler, işsizlik oranlarına bağlı olarak istihdam gücü, okuryazarlık gibi eğitim göstergeleri, bebek ve çocuk ölümleri, sağlık hizmetlerinin yeterliliği gibi sağlık göstergeleri, üretilen mal ve hizmetlerin bedeline dayalı mali göstergeler, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla, ortalama yaşam süresi gibi yaşam kalitesi göstergeleri, teknoloji kullanımı ve enerji tüketimi olarak ele alınabilir. (Sakarya ve İbişoğlu, 2015).

Enerji tüketimi gelişmişlik düzeyini belirlemede doğrudan kullanılabildiği gibi tüketime bağlı olarak ekonomi, sağlık, teknoloji ve istihdam oranlarında meydana gelen değişimlerde dolaylı yoldan gelişmişlik düzeyine etki etmektedir. Ülkeler arası gelişmişlik düzeyi farklı faktörlere göre sınıflandırılabilir. Ekonomik gelişmişlik, eğitim düzeyi, kişi refahı, kişi başına düşen milli gelir, teknoloji bu faktörler arasında yer alır ve her biri ülkelerin farklı alanlarda gelişmişlik düzeyini ele alarak kendi içlerinde sınıflandırılırlar.

Enerji ile gelişme düzeyi arasındaki ilişki toplumların gelişmişlik derecesi, kullandıkları enerji kaynakları ve miktarlarına göre değerlendirilmektedir. Kişi başına gelir seviyesi ile kişi başına enerji tüketimi arasında yakın bir ilişki vardır. Bu nedenle, kişi başına tüketilen enerji miktarı ülkelerin gelişmişlik seviyesinin belirlenmesinde kullanılan önemli göstergelerden birisidir. (Çalışkan, 2009).

Küresel Enerji İstatistikleri Yıllıklarının 2018 verilerine göre düzenlenen Tablo 8.3. 'de seçilmiş ülkeler arasında kişi başına gayri safi yurt içi hasılaya göre ülkelerin gelişmişlik düzeyleri sınıflandırılmıştır. Gelişmiş ülkelerde enerji tüketiminin düşük olması veya nüfusa bağlı olarak tüketim çok ise yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim beklenen senaryolar arasındadır. Tabloda seçili ülkeler arasında kişi başı gayri safi yurt içi hasıla oranı en fazla olan İsviçre'de enerji tüketimi oldukça düşük ve bu tüketiminde %55,3 ile büyük oranı yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir. Bu sayede çevreye verilen zarar azaltılarak birey refahı sağlanabilmekte, enerji tüketimine dayalı sağlık problemleri azaltılmakta ve enerjide dışa bağımlılık azaltılarak ekonomi kontrol altında tutulabilmektedir. Gelişmişlik düzeyi yüksek olan ABD'de ise enerji tüketimi oldukça fazladır. Teknoloji ve sanayideki gelişmişlik ABD'nin 2025 yılına kadar geçen sürede doğalgaz ve petrol üretiminde küresel bazda üretimin yarısından fazlasını karşılamasını sağlayabilecektir. Bu üretimin ise tüketimi beraberinde getirmesi kaçınılmazdır. Gelişmekte olan Türkiye'de ise enerji tüketimi diğer ülkelere kıyasla az olsa da enerji de %68 tüketim birincil enerji kaynaklarına dayanmaktadır. Bu durum enerjide dışa bağımlılığı arttırarak ekonomiyi olumsuz etkilemekte ve kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla oranlarını düşürmektedir.

**Tablo 8.3.** Kişi başına GSYİH, enerji tüketimi ve toplam enerji kullanımı içerisinde birincil enerji kullanım payı<sup>56</sup>

| Ülke      | Kişi başı GSYH (Dolar) | Enerji Tüketimi (Mtoe) | Birincil Enerji Kullanım Oranı (%) |
|-----------|------------------------|------------------------|------------------------------------|
| İsviçre   | 83.717                 | 50                     | 44,7                               |
| ABD       | 65.112                 | 2175                   | 83                                 |
| Hollanda  | 52.368                 | 73                     | 84                                 |
| Almanya   | 46.564                 | 301                    | 64                                 |
| Kanada    | 46.213                 | 526                    | 34,1                               |
| Fransa    | 41.761                 | 135                    | 80                                 |
| İngiltere | 41.030                 | 124                    | 83                                 |
| Japonya   | 40.847                 | 48                     | 83                                 |
| İtalya    | 32.947                 | 36                     | 60,1                               |
| Portekiz  | 23.031                 | 22                     | 48                                 |
| Çin       | 10.099                 | 2534                   | 74                                 |
| Türkiye   | 8.958                  | 43                     | 68                                 |
| Hindistan | 2.172                  | 588                    | 81                                 |

<sup>56</sup> Global Energy Statistical Yearbook, (2018).

Ülkelerin gelişmişlik sınıflandırması yapılırken değerlendirilebilecek bir diğer faktörde kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimidir. Tablo 8.4. 'de önemli enerji göstergelerinden biri olan kişi başına elektrik enerjisi tüketimi değerleri verilmiştir. Kişi başı gayri safi yurt içi hasıla oranına göre gelişmişlik düzeyi yüksek olan İsviçre, ABD, Kanada gibi ülkelerde kişi başı elektrik enerjisinin de fazla olduğu görülmektedir. Kişi başı gayri safi yurt içi hasıla yüksek olan bazı ülkelerde ise nüfus fazlalığına dayalı olarak kişi başı elektrik enerjisinin düşük olduğu görülebilmektedir. Bu noktada nüfus ile birlikte ülkelerin sahip olduğu enerji rezervleri, enerji üretim imkanları gibi faktörlerinde etkisi unutulmamalıdır. Kişi başına elektrik enerjisi tüketiminde Türkiye gelişmiş ülkelere göre daha düşük imkanlara sahiptir. Tablo incelendiğinde bu imkanların artması ile Türkiye'nin gelişmişlik düzeyinin de artması beklenmektedir.

**Tablo 8.4.** *Kişi başı GSYİH ve kişi başı elektrik enerjisi tüketimi*<sup>57</sup>

| Ülke      | Kişi başı GSYİH (Dolar) | Kişi başı elektrik enerjisi tüketimi (MWh) |
|-----------|-------------------------|--------------------------------------------|
| İsviçre   | 83.717                  | 13,6                                       |
| ABD       | 65.112                  | 12,6                                       |
| Hollanda  | 52.368                  | 6,7                                        |
| Almanya   | 46.564                  | 7                                          |
| Kanada    | 46.213                  | 14,3                                       |
| Fransa    | 41.761                  | 7,2                                        |
| İngiltere | 41.030                  | 5                                          |
| Japonya   | 40.847                  | 8,1                                        |
| İtalya    | 32.947                  | 5,2                                        |
| Portekiz  | 23.031                  | 5                                          |
| Çin       | 10.099                  | 4,6                                        |
| Türkiye   | 8.958                   | 3,3                                        |
| Hindistan | 2.172                   | 1                                          |

<sup>57</sup> Worldbank, (2019).

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini belirleyen önemli faktörlerden biri de çocuk ölümleridir. Enerji tüketimine bağlı olarak artan sağlık problemlerinin neden olduğu bebek ve çocuk ölümleri dolaylı olarak ülkelerin gelişmişlik düzeyleri üzerinde etkiye sahiptir. Özellikle fosil yakıt kullanımı ile yaygınlaşan hava, su ve toprak kirlilikleri canlıların yaşamını doğrudan etkileyerek sağlık problemlerine neden olmaktadır. Sağlık hizmetlerinin yeterliliği ve çocuk ölüm oranları ülkelerin gelişmişlik düzeyi sınıflandırmalarında kullanılan faktörler arasında yer alır. Gelişmiş ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi arttırarak enerjinin neden olduğu sağlık problemlerinin önüne geçerek ölüm oranlarının azalmasını hedeflerken gelişmemiş ülkelerde yetersiz sağlık koşullarının da etkisiyle bu oranlar oldukça fazladır.

Tablo 8.5. ‘de kişi başı gayri safi yurt içi hasıla oranlarına göre gelişmişlikleri sıralanan ülkelerde görülen bebek ölüm oranları verilmiştir. Bu oranlar üzerinde teknoloji, sağlık koşulları ve genetik faktörler gibi diğer sebeplerin etkisinin de olduğu ihmal edilmemelidir. Sadece gelişmişlik düzeyi ile bebek ölümlerini doğrudan karşılaştırmak net sonuç vermese de yaklaşık olarak durum değerlendirmesi yapılabilmektedir. Tabloda görülebileceği gibi gelişmiş ülkelerde bebek ölüm oranları oldukça düşükken Çin, Hindistan ve Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelere bu oran artış göstermektedir.

**Tablo 8.5. Kişi başı GSYİH ve bebek ölüm oranları<sup>58</sup>**

| Ülke      | Kişi başı GSYH (Dolar) | Bebek ölüm oranları (1,000 Canlı Doğum) |
|-----------|------------------------|-----------------------------------------|
| İsviçre   | 83.717                 | 2,74                                    |
| ABD       | 65.112                 | 6,06                                    |
| Hollanda  | 52.368                 | 4,59                                    |
| Almanya   | 46.564                 | 3,54                                    |
| Kanada    | 46.213                 | 4,92                                    |
| Fransa    | 41.761                 | 3,29                                    |
| İngiltere | 41.030                 | 4,62                                    |
| Japonya   | 40.847                 | 2,78                                    |
| İtalya    | 32.947                 | 3,38                                    |
| Portekiz  | 23.031                 | 4,66                                    |
| Çin       | 10.099                 | 16,06                                   |
| Türkiye   | 8.958                  | 23,94                                   |
| Hindistan | 2.172                  | 47,57                                   |

<sup>58</sup> Worldbank, (2019).

### **8.6. Enerji Tüketiminin Ulusal Enerji Politikaları Üzerindeki Etkisi**

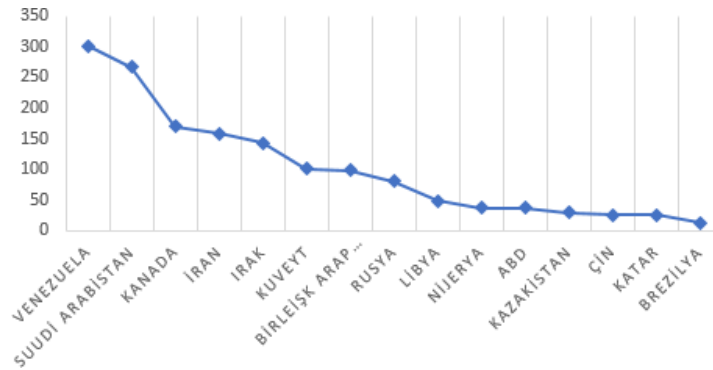
Enerji politikaları enerji arz talep dengesinin karşılanabilmesi ve enerji tüketimlerine oranla üretimin yeterliliğinin planlanması amaçlı yapılan kısa ve uzun vadeli ulusal enerji planlarını içerir. Enerji politikaları belirlenirken enerji tüketimi, talebi ve üretiminin yanında ülkeler arası siyasi ilişkiler, ekonomik faktörler ve teknolojik gelişmeler de dikkate alınır. Ülkeler arasında yaşanan krizler enerji politikalarını etkileyebilir, farklı politikaların izlenmesi gerekliliğini doğurabilir. Bu nedenle özellikle enerji rezervlerine sahip olan ve enerji ithalatının yapıldığı transfer hatları üzerinde bulunan ülkeler bu durumu koz olarak kullanabilmekte, artan enerji tüketimini karşılayamayan ithalatçı ülkeler bu koza karşılık uyguladıkları enerji politikalarını değiştirmek durumunda kalabilmektedir.

Küresel enerji politikaları artan enerji talebine dayalı fosil yakıt tüketiminin artması ile özellikle petrol ve doğalgaz başta olmak üzere fosil yakıtlara bağlı olarak daha çok şekil almaktadır. Bu durum petrol ve doğalgaz rezervlerine sahip olan veya bu enerjilerin transferlerinin gerçekleştiği ülkelerin küresel enerji politikasına yön vermesinde etkisini arttırmaktadır. Enerji tüketimi ve üretiminde en fazla etkisi olan ABD, Çin, Rusya, Avrupa ülkeleri, Hindistan ve İran enerji politikalarının belirlenmesinde en fazla etkiye sahip ülkeler arasındadır. Küresel bazda petrol tüketimini en fazla olan ABD gelişmiş teknolojisi ve sanayisine bağlı olarak artan enerji tüketimini karşılayabilmek adına fosil kaynaklara yönelen bir politika sergilemektedir. Küresel petrol tüketiminin yaklaşık olarak %25 'ini sahiplen ABD, bu tüketimi karşılayabilmek için son yıllarda fosil yakıt üretimini arttırmaya yönelik çalışmalar yürütmektedir. Bu durumun ABD 'nin sahip olduğu fosil yakıt rezervlerinin hızlı tükenmesine neden olarak enerjide dışa bağımlılığının artmasını desteklemesi ilerleyen süreçte kaçınılmazdır. Fosil yakıt tüketimini azaltmak için alınabilecek yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim enerji üretim masraflarını arttırdığı için ABD fosil kaynaklardan enerji üretimi ve ihracatını hızla arttırmaya devam etmektedir. Farklı bir strateji olarak fosil kaynakların transferinin sağlandığı yolların ABD sınırlarından geçmesini amaçlayan politika izlenmesinin ise ilerde yaşanacak fosil yakıt kıtlığına çözüm sunabileceği düşünülmekte ve bu yollar sayesinde enerji tüketimi fazla olan diğer ülkelerin transfer yollarında ABD engeli ile karşılaşmasını sağlayabilecektir. (Bayraç, 2009).

Küresel petrol tüketiminde ABD ‘den sonra önceliği küresel enerji tüketiminin yaklaşık %16 ‘sı ile Avrupa ülkeleri sahiplenmektedir. Bu nedenle ABD ‘nin izlediği enerji politikaları küresel ölçekte önem arz etmektedir. Temel politikası enerji arzını karşılayabilmek olan Avrupa böylece enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasını hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi de arttıran Avrupa aynı zamanda çevre sorunlarının azaltılmasını da destekleyebilecektir. (MAPEG, 2019).

Enerji tüketimine bağlı çevre sorunlarının azaltılması çalışmaları oldukça fazla olan Avrupa ülkelerinde kömürün kullanımı yerine doğalgaza teşvik edilmesi Avrupa’nın enerji ithalatını arttırmıştır. Petrol ithalatında büyük oranda Orta Doğu’ya, doğalgaz ithalatında ise büyük oranda Rusya’ya bağlıdır. Avrupa ülkelerinde enerji tüketiminin her geçen gün artması Rusya’nın bu durumu koz olarak kullanmasına neden olmaktadır. Rusya’nın bu tutumu Avrupa’nın teknolojik gelişmeleri takip ederek enerji kaynaklarının çeşitliliğinin, enerji verimliliğinin ve alt yapı çalışmalarının arttırılmasına vereceği teşvikleri destekler bir politika izlemesini sağlamaktadır. (Bayraç, 2009).

Küresel enerji politikalarının belirlenmesinde en etkin rol sahibi olan ülkelere biri de Rusya’dır. Rusya dünya doğalgaz rezervlerinin büyük kısmına sahip olduğu gibi aynı zamanda sahip olduğu petrol rezervleri ile de önemli bir stratejik güce sahiptir. Uluslararası enerji ajansı tarafından derlenen verilere göre küresel bazda petrol rezervleri incelendiğinde Şekil 8.7.’de görülebileceği gibi Rusya dünya petrol rezervleri açısından önde gelen ülkeler arasındadır. Dünya petrol rezervlerinde Venezuela, Suudi Arabistan, Kanada, İran, Irak, Kuveyt ve Birleşik Arap Emirliklerinden sonra en fazla rezerve sahip olan ülkedir.



Şekil 8.7. Dünya petrol rezervleri, milyar varil<sup>59</sup>

<sup>59</sup> Uluslararası Enerji Ajansı [IEA], (2018).

Rusya sahip olduğu petrol ve doğalgaz rezervlerinin büyük çoğunluğunu Avrupa  lkeleri ve   in'e ihraç etmektedir. Avrupa  lkeleri her ne kadar farklı enerji kaynakları arayışına girseler de hala büyük çoğunlukta fosil enerji ithal etmektedirler. Bu durum gelişen teknoloji ile değişebileceği gibi ülkelerin enerji politikalarının değişmesine de neden olabilecektir. Rusya öncelikle ekonomisini büyük oranda destekleyen bu enerji ihracatlarını koruma politikası izlemektedir. Bu amaç doğrultusunda gelecekte risk olarak gördüğü ülkeler ile iş birliği yoluna gitmekte ve enerji transferlerinin yapılacağı yeni hatlar üzerinde hakimiyet kurma çabası içerisindedir. (Sevim, 2014, s. 88).

Rusya'nın teknolojik gelişmelerde ABD,   in ve Japonya karşısında geri kalması, enerji transferinin yapılacağı boru hatlarının alt yapısının kısa ömürlü olması durumunu  ne çıkarmaktadır. Alt yapı bedelini karşılayabilmek için Rusya'nın enerjiden elde ettiği gelirleri koruması gerekir. Bu durum enerji tüketimi fazla olan ve enerjide dışa bağımlı ülkeler için avantaj yaratırken Rusya için de ekonomik kazanç sağlamaktadır. Karşılıklı olarak kurulan bu ilişki küresel enerji politikalarının düzenlenmesinde aktif rol oynamaktadır. (Bayraç, 2009).

Küresel enerji politikalarının belirlenmesinde önemli faktörlerden biri de   in ve Hindistan'ın izlediği politikalaradır. Avrupa ülkelerinden sonra enerji tüketimi bakımından önde gelen Hindistan ve   in'in artan nüfuslarıyla enerjide mevcut konumlarını korumaları beklenmektedir. Enerji tüketiminin %74 ' n  fosil kaynaklardan sağlayan   in ve enerji tüketiminin %81 'ini fosil kaynaklardan sağlayan Hindistan artan tüketimlerine karşılık yenilenebilir kaynaklara y nelmezlerse gelecekte enerji kaynaklı  evre kirliliklerinin artması kaçınılmaz olacaktır. Fosil kaynak tüketimi artan bu ülkeler alternatif enerji kaynakları bulunmadığı sürece Rusya, Suudi Arabistan, İran, Irak gibi ülkelerden fosil enerji ithalatına devam edecek ve bu ülkelerin uyguladıkları enerji politikalarının belirlenmesinde aktif rol oynamaya devam edecektir. (Global Energy Statistical Yearbook, 2018)

  in'de yapılacak enerji verimliliği çalışmaları ile enerji tüketimi kontrol altına alınmadığı sürece enerji tüketimine bağlı kirlilikten kaynaklanan sağlık zararlarının artış göstermesi beklenen bir durumdur. Enerji tüketiminin  evre ve halk sağlığı üzerindeki etkilerinin analizi üzerine yapılan çalışmalar nüfus artışı ile birlikte enerji tüketimi etkilerinin teknolojiye sağlanabilecek yeniliklerle gelecekte kontrol altına alınabileceğini desteklemektedir. (Wang, 2010, s. 4473-4479).

Tüketilen enerjinin çoğunu ithal eden ülkelerden biri olan Türkiye’de uygulanan mevcut enerji politikası öncelikli olarak artan enerji tüketimine ve enerjide dışa bağılılığa karşı enerji güvenliğinin korunmasını amaçlayan faaliyetlerin yürütülmesidir. Bu bağlamda enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesini sağlamak için Ar-ge çalışmalarının arttırılması, enerji verimliliğinin sağlanarak enerjiden tasarruf edilebilmesi, kullanılan fosil kaynakların ithalatının sağlandığı ülkelerin ve transfer yollarının çeşitlendirilmesi izlenen politikalar arasındadır. (Kaya, 2012).



## 9. REGRESYON METODUYLA ENERJİ TÜKETİMİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Enerji tüketimi ile birlikte ekonomik ve sosyal etkilerin ortaya çıkması yaşam faktörlerinin birbirleri ile etkileşimlerinin kaçınılmaz bir sonucudur. Ortaya çıkabilecek ekonomik ve sosyal etkiler öncelikle tahminler doğrultusunda ilerlerken yapılan araştırmalar bu tahminleri destekler nitelikte verileri ortaya çıkartmıştır. Bu veriler neticesinde ortaya çıkan etkilerin enerji tüketimi ile paralelliği ve etkileşim oranları hesaplanabilir hale gelmiştir.

Bu çalışmada enerji tüketiminin sosyal ve ekonomik etkileri tek değişkenli regresyon analizi ile analiz edilerek tüketim ile ortaya çıkan etkilerin ilişkileri istatistiksel verilerle doğrulanmıştır. Regresyon analizi yapılırken Minitab programı kullanılarak istatistiksel formüller elde edilmiş, elde edilen istatistik veriler değerlendirilmiş ve hipotezlerin doğruluğu ele alınmıştır.

### 9.1. Regresyon Analizi

Regresyon analizi değişkenler arasında ilişki olup olmadığının incelenmesinde kullanılan bir metottur. Değişkenler arasında ilişki varsa bu ilişkinin istatistiksel olarak ele alınması için kullanılabilecek bir yöntemdir. Değişkenler arasında olan ilişkilerin matematiksel analizinin yapılmasında kullanılarak elde edilen istatistiksel analizlere dayanarak tahminlerin yapılması adına da önem taşır. Regresyon analizi yapılırken farklı yöntemler kullanılabilir.

Regresyon analizi, değişken sayısına göre ele alınırsa;

Basit regresyon analizi (Tek değişken)

Bu analiz yöntemi 2 hipoteze dayalı olarak yapılır. Birinci hipotez iki değişken arasında ilişki olduğunu savunuyorsa diğer hipotez ilişki olmadığını savunur.

Bir bağımlı değişken (Y), sabit değer ( $\alpha$ ), regresyon katsayısı ( $\beta$ ), hata terimi ( $\epsilon$ ) bir de bağımsız değişken (X) içerir.

$$Y = \alpha + Bx + \epsilon$$

Çoklu regresyon analizi (Çoklu değişken)

Birden fazla bağımsız değişkene sahip analiz yöntemidir.

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_n X_n + \epsilon$$

$$Y = \alpha_0 + \sum \alpha_i X_i + \epsilon$$

Verilerin dağılımına göre;  
Doğrusal regresyon analizi  
Doğrusal olmayan regresyon analizi  
Verilerin kaynağına göre regresyon analizi;  
Ana kütle verileriyle regresyon analizi  
Örnek verileri ile regresyon analizi;  
Zaman serilerinde regresyon analizi

## **9.2. Enerji Tüketiminin Ekonomik ve Sosyal Etkilerinin Regresyon Analizi**

Enerji tüketiminin ekonomik ve sosyal etkileri ele alınırken öncelikli olarak gayri safi yurtiçi hasıla verileri ile ilişki incelenebilir. Çünkü gayri safi yurtiçi hasıla ülkelerin ekonomik durumu ve gelişmişlik düzeyi hakkında bilgiler vermektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ise çevresel problemlerin, sağlık koşullarının ve canlıların yaşam kalitesinin değerlendirilmesinde kullanılır.

Bu çalışmada regresyon analizi kullanılarak enerji tüketimi ile gayri safi yurtiçi hasıla, karbondioksit emisyonu, enerji ithalatı ve yenilenebilir enerji talebi arasındaki ilişkinin şekli ve istatistik verileri elde edilebilecektir. Bu istatistik verileri elde etmek amacıyla Minitab programı ve regresyon modelleme analizleri kullanılmıştır.

Enerji tüketiminin etkilerini inceleme amacıyla Türkiye'ye ait 1960-2019 yılları arasındaki Worldbank verileri kullanılmıştır ve tablo 9.1.'de bu veriler yer almaktadır. Bağımlı değişken enerji tüketimi seçilirken bağımsız değişkenler sırasıyla gayrisafi yurtiçi hasıla, karbondioksit emisyonu, enerji ithalatının kullanımındaki payı, kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla olarak ele alınmıştır.

**Tablo 9.1.** 1960-2019 Yılları Arası Türkiye Enerji Tüketimi, GSYH, Karbondioksit Emisyonu, Enerji İthalatının Toplam Enerji Kullanımındaki Payı ve Kişi Başına Düşen GSYH<sup>60</sup>

| Yıl  | Enerji<br>(Milyon US) | GSYH<br>(Milyon US) | Karbonhidrat<br>Emisyonu (kt) | Enerji İthalatının<br>Toplam Enerji<br>Kullanımındaki<br>Payı (%) | Kişi Başı<br>GSYH<br>(Milyon US) |
|------|-----------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1960 | 9063                  | 13995               | 16820,529                     | 12,336                                                            |                                  |
| 1965 | 7511                  | 11967               | 27388,823                     | 18,82                                                             |                                  |
| 1970 | 10687                 | 17087               | 42639,476                     | 23,185                                                            | 489,93                           |
| 1975 | 31228                 | 44634               | 65697,972                     | 39,221                                                            | 1136,375                         |
| 1980 | 50013                 | 68789               | 75763,887                     | 45,508                                                            | 1564,247                         |
| 1985 | 44185                 | 67235               | 106717,034                    | 44,406                                                            | 1368,401                         |
| 1990 | 11985                 | 150676              | 145994,271                    | 51,032                                                            | 279,435                          |
| 1995 | 137449                | 169486              | 171978,633                    | 56,988                                                            | 2897,866                         |
| 2000 | 216481                | 272979              | 216151,315                    | 65,958                                                            | 4316,549                         |
| 2005 | 382922                | 501416              | 237390,579                    | 71,582                                                            | 7384,252                         |
| 2010 | 602306                | 771902              | 296315,602                    | 69,625                                                            | 10672,389                        |
| 2015 | 638365                | 859797              | 350337,846                    | 75,208                                                            | 10948,725                        |
| 2016 | 644845                | 863722              | 372724,881                    |                                                                   |                                  |
| 2019 | 551294                | 754412              |                               |                                                                   | 9042,493                         |

Öncelikle güven aralığı %95 olarak belirlenen enerji tüketimi ve gayrisafi yurtiçi hasıla regresyon modelinin hipotezleri kurulursa;

Ho:  $P > 0,05$  (enerji tüketimi ve gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki yoktur)

H1:  $P < 0,05$  (enerji tüketimi ve gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki vardır)

<sup>60</sup> Worldbank, (2019).

Minitab uygulama ekranına Tablo 9.2.'de verilen veriler eklenerek regresyon analizi yapılacak ve regresyon formülü elde edilecektir.

**Tablo 9.2.** 1960-2019 Yılları Arasında Enerji Tüketimi ve GSYH Verileri<sup>61</sup>

| Yıl  | Enerji Tüketimi (Milyon US) | GSYH (Milyon US) |
|------|-----------------------------|------------------|
| 1960 | 9063                        | 13995            |
| 1965 | 7511                        | 11967            |
| 1970 | 10687                       | 17087            |
| 1975 | 31228                       | 44634            |
| 1980 | 50013                       | 68789            |
| 1985 | 44185                       | 67235            |
| 1990 | 11985                       | 150676           |
| 1995 | 137449                      | 169486           |
| 2000 | 216481                      | 272979           |
| 2005 | 382922                      | 501416           |
| 2010 | 602306                      | 771902           |
| 2015 | 638365                      | 859797           |
| 2016 | 644845                      | 863722           |
| 2019 | 551294                      | 754412           |

Bağımlı değişken olarak gayri safi yurtiçi hasıla bağımsız değişken olarak enerji tüketimi seçilmiştir. Şekil 9.1.'de Minitab programını kullanılarak elde edilen regresyon analizi sonuçları verilmiştir. Güven aralığı %95 seçildiğinden analiz sonucuna bakılır ve  $P < 0,05$  olduğu için regresyon analizi geçerlidir denilebilir.  $P < 0,05$  olması durumunda ise  $H_1$  hipotezi geçerlilik kazanır ve enerji tüketimi ile gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki olduğu doğrulanmış olur. Bu ilişkinin istatistiksel verilerini ise elde edilen ve Şekil 9.1.'de gösterilen denklem vermektedir.

#### Regression Analysis: GSYH versus Enerji Tüketimi

The regression equation is  
 $GSYH = 17373 + 1,296 \text{ Enerji Tüketimi}$

S = 38637,8 R-Sq = 98,8% R-Sq(adj) = 98,7%

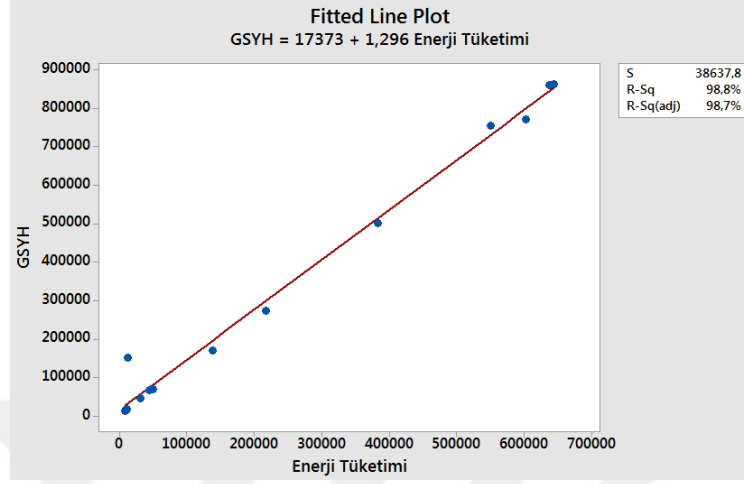
#### Analysis of Variance

| Source     | DF | SS          | MS          | F       | P     |
|------------|----|-------------|-------------|---------|-------|
| Regression | 1  | 1,53103E+12 | 1,53103E+12 | 1025,55 | 0,000 |
| Error      | 12 | 1,79146E+10 | 1,49288E+09 |         |       |
| Total      | 13 | 1,54894E+12 |             |         |       |

**Şekil 9.1.** Elde Edilen GSYH Regresyon Analizi ve Formülü

<sup>61</sup> Worldbank, (2019).

Elde edilen formül gayrisafi yurtiçi hasıla ile enerji tüketiminin doğrusal olarak artış veya azalma gösterme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Şekil 9.2.'de bu ilişki grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 9.2. GSYH ve Enerji Tüketimi İlişkisi Grafiği

Bu analiz sonucu ortaya çıkan  $R-Sq=98,8$  değeri regresyon denkleminizin  $98,8$  karşıladığını göstermektedir.  $R-Sq$  değeri ile  $R-Sq(adj)$  değerlerinin birbirlerine yakın olması ise denklemin anlamlılığını göstermektedir.

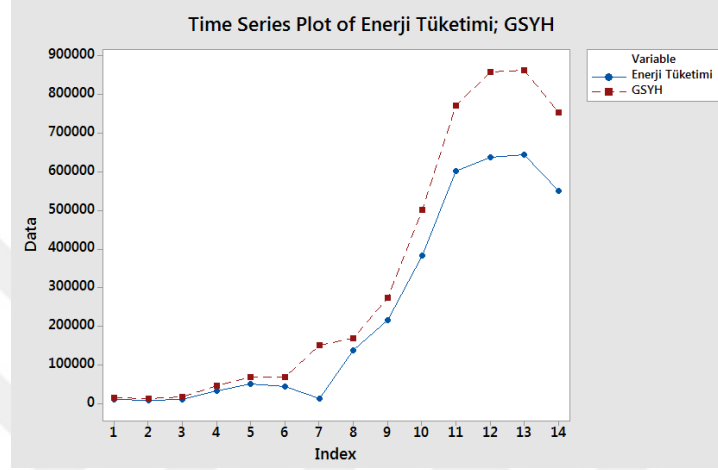
$$GSYH = 17373 + 1,296 \text{ Enerji Tüketimi}$$

Regresyon analizi ile elde edilen bu denklem 2000 yılı için hesaplandığında enerji tüketimi 216481 alınarak;

$$GSYH = 17373 + 1,296 (216.481)$$

$GSYH = 297.932,376$  olarak hesaplanmıştır. Tablo verilerinde 272979 olarak verilen gayrisafi yurtiçi hasıla ile bu regresyon sonucu arasındaki fark 24953,376'dır.

Şekil 9.3.'de görülebileceği gibi enerji tüketimi ile gayrisafi yurtiçi hasıla arasında ilişki olmasına rağmen, gayrisafi yurtiçi hasıla denklem ve tablo verilerindeki değişikliğe enerji tüketiminden bağımsız değişkenlerinde büyük oranda etkili olabileceğini göstermektedir. Bu değişkenler başta ülkelerin rezerv oranları, teknolojik ve endüstriyel gelişimi, sanayileşme hızı olmak üzere farklı ekonomik kazançlar veya kayıplar olarak incelenebilir.



Şekil 9.3. Enerji Tüketimi ve GSYH Değişimi Grafiği

Enerji tüketimi ile ekonomi ilişkisini daha net görebilmek için gayrisafi yurtiçi hasıla verilerinden sonra Tablo 9.3.'de verilen Türkiye'ye ait 1960-2015 yılları arasındaki ithalat edilen enerjinin toplam kullanılan enerji içerisindeki payı ele alınmıştır.

**Tablo 9.3.** 1960-2015 Yılları Arasında Enerji Tüketimi ve Enerji İthalatının Toplam Enerji Kullanımındaki Payı, %<sup>62</sup>

| Yıl  | Enerji Tüketimi (Milyon US) | Enerji İthalatının Toplam Enerji Kullanımındaki Payı, % |
|------|-----------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1960 | 9063                        | 12,336                                                  |
| 1965 | 7511                        | 18,82                                                   |
| 1970 | 10687                       | 23,185                                                  |
| 1975 | 31228                       | 39,221                                                  |
| 1980 | 50013                       | 45,508                                                  |
| 1985 | 44185                       | 44,406                                                  |
| 1990 | 11985                       | 51,032                                                  |
| 1995 | 137449                      | 56,988                                                  |
| 2000 | 216481                      | 65,958                                                  |
| 2005 | 382922                      | 71,582                                                  |
| 2010 | 602306                      | 69,625                                                  |
| 2015 | 638365                      | 75,208                                                  |

<sup>62</sup> Worldbank, (2019).

Enerji tüketimi ve enerji ithalatının toplam enerji kullanımındaki payı arasındaki regresyon modelinin hipotezleri kurulursa;

Ho:  $P > 0,05$  (enerji tüketimi ve enerji ithalatının toplam enerji kullanımındaki payı arasında bir ilişki yoktur)

H1:  $P < 0,05$  (enerji tüketimi ve enerji ithalatının toplam enerji kullanımındaki payı arasında bir ilişki vardır)

Bağımlı değişken olarak enerji ithalatının toplam enerji kullanımındaki payı bağımsız değişken olarak enerji tüketimi seçilmiştir. Şekil 9.4.'de Minitab programını kullanılarak elde edilen regresyon analizi sonuçları verilmiştir. Analiz sonucu  $P < 0,05$  olduğu için regresyon analizi geçerlidir.  $P < 0,05$  olması durumunda ise H1 hipotezi geçerlilik kazanır ve enerji tüketimi ile enerji ithalatının toplam enerji kullanımındaki payı arasında bir ilişki olduğu doğrulanmış olur. Bu ilişkinin istatistiksel verilerini ise elde edilen denklem vermektedir.

#### **Regression Analysis: Enerji İthalatın Toplam Kullan versus Enerji Tüketimi**

The regression equation is  
Enerji İthalatın Toplam Kullan = 34,98 + 0,000072 Enerji Tüketimi

S = 13,6940    R-Sq = 62,6%    R-Sq(adj) = 58,8%

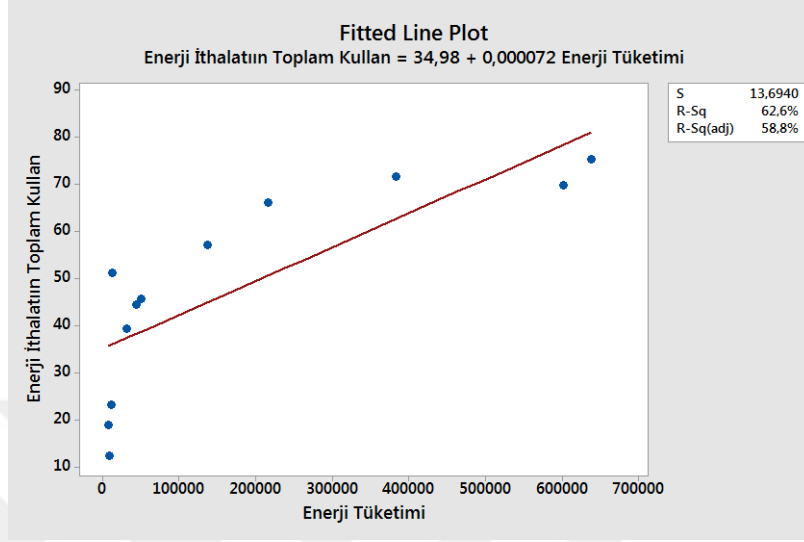
##### **Analysis of Variance**

| Source     | DF | SS      | MS      | F     | P     |
|------------|----|---------|---------|-------|-------|
| Regression | 1  | 3136,23 | 3136,23 | 16,72 | 0,002 |
| Error      | 10 | 1875,26 | 187,53  |       |       |
| Total      | 11 | 5011,49 |         |       |       |

**Şekil 9.4.** Elde Edilen Enerji İthalatı Regresyon Analizi ve Formülü

Bu analiz sonucu ortaya çıkan  $R-Sq = 58,8\%$  değeri regresyon denklemimizin  $62,6\%$  karşıladığını göstermektedir.  $R-Sq$  değeri ile  $R-Sq(adj)$  değerlerinin birbirlerine yakın olması ise denklemin anlamlılığını göstermektedir.

Elde edilen formül enerji ithalatının toplam enerji kullanımındaki payı ile enerji tüketiminin doğrusal olarak artış veya azalma gösterme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Şekil 9.5.'de bu ilişki grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 9.5. Enerji Tüketimi ile Enerji İthalatının Toplam Enerji Kullanımındaki Payının İlişkisi

Enerji İthalatının Toplam Enerji Kullanımındaki Payı =  $34,98 + 0,000072$  Enerji Tüketimi

Regresyon analizi ile elde edilen bu denklem 2010 yılı için hesaplandığında enerji tüketimi 602306 alınarak;

Enerji İthalatının Toplam Enerji Kullanımındaki Payı =  $34,98 + 0,000072 (602306)$

Enerji İthalatının Toplam Enerji Kullanımındaki Payı = 78,35 olarak hesaplanmıştır. Tablo verilerinde ise bu oran 69,625 olarak verilmiştir.

Bu verilere göre ithal edilen enerji payındaki artış enerji tüketimindeki artış ile değişken orantılı olarak paralel gitmektedir. Bu durumda ithal edilen enerji payının artması ile ekonomik olarak dışa bağımlılığın artması kaçınılmazdır.

Enerji tüketiminin ekonomik etkileri olarak ele alınan gayrisafi yurtiçi hasıla ve enerji ithalatının toplam enerji kullanımındaki payının enerji tüketimi ile doğru orantılı ilerlediği görülmektedir. Bu oranın yıllar içerisinde farklılık göstermesi ülkelerarası izlenen politikalar, enerji kaynaklarının rezervlerinin azalması ya da yeni rezervler bulunması ve zamanın ekonomik, teknolojik, sanayi ve endüstri koşullarına göre farklılık gösterir. Bu durumun en iyi kanıtı grafiklerin zaman içerisinde aynı doğrultuda ilerlemesidir.

Yapılan bu analizler 1960 yılından günümüze elde edilen verilere dayanmaktadır. Gelecekte enerji kullanımı verilerine göre ekonomik değişimlerin bu denklemler aracılığıyla tahmini değerleri alınabilir. Ancak gerçekte tutarlılığının arttırılması için diğer değişkenlerinde hesaba katılması önemlidir. Gelişen teknoloji, konutlaşmanın artması, nüfusun artması gibi gelecekte beklenen durumlar enerji kullanımının etkileri üzerinde de etkili olacaktır.

Enerji tüketiminin sosyal etkileri arasında canlıların ve çevrenin kirlenmesi konuları ele alınmıştır. Yapılan araştırmalar enerji tüketimi artışının karbondioksit salınımını arttırarak çevresel kirliliklere neden olduğunu ve bu durumun canlı yaşamları üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya çıkarmaktadır. Enerji tüketimi ile karbondioksit salınımının ilişkisini inceleyebilmek için Türkiye'nin 1960-2016 yılları arasında değişim gösteren enerji tüketimine karşılık karbondioksit emisyonu değişimi verileri kullanılarak Regresyon analizi yapılmıştır.

Yapılan analizde Tablo 9.4.'de verilen enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu verileri kullanılmıştır.

**Tablo 9.4.** 1960-2016 Yılları Arasında Enerji Tüketimi ve Karbondioksit Emisyonu<sup>63</sup>

| Yıl  | Enerji Tüketimi (Milyon US) | Karbondioksit Emisyonu (kt) |
|------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1960 | 9063                        | 16820,529                   |
| 1965 | 7511                        | 27388,823                   |
| 1970 | 10687                       | 42639,476                   |
| 1975 | 31228                       | 65697,972                   |
| 1980 | 50013                       | 75763,887                   |
| 1985 | 44185                       | 106717,034                  |
| 1990 | 11985                       | 145994,271                  |
| 1995 | 137449                      | 171978,633                  |
| 2000 | 216481                      | 216151,315                  |
| 2005 | 382922                      | 237390,579                  |
| 2010 | 602306                      | 296315,602                  |
| 2015 | 638365                      | 350337,846                  |
| 2016 | 644845                      | 372724,881                  |

Enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı arasındaki regresyon modelinin hipotezleri kurulursa;

Ho:  $P > 0,05$  (enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı arasında bir ilişki yoktur)

H1:  $P < 0,05$  (enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı arasında bir ilişki vardır)

<sup>63</sup> Worldbank, (2019).

Bağımlı değişken olarak karbondioksit salınımı bağımsız değişken olarak enerji tüketimi seçilmiştir. Şekil 9.6.'da Minitab programını kullanılarak elde edilen regresyon analizi sonuçları verilmiştir. Analiz sonucu  $P < 0,05$  olduğu için regresyon analizi geçerlidir.  $P < 0,05$  olması durumunda ise  $H_1$  hipotezi geçerlilik kazanır ve enerji tüketimi ile karbondioksit salınımı arasında bir ilişki olduğu doğrulanmış olur. Bu ilişkinin istatistiksel verilerini ise elde edilen denklem vermektedir.

06.10.2020 14:30:24

Welcome to Minitab, press F1 for help.

**Regression Analysis: Karbondioksit Emisyonu versus Enerji Tüketimi**

The regression equation is  
Karbondioksit Emisyonu = 67567 + 0,4476 Enerji Tüketimi

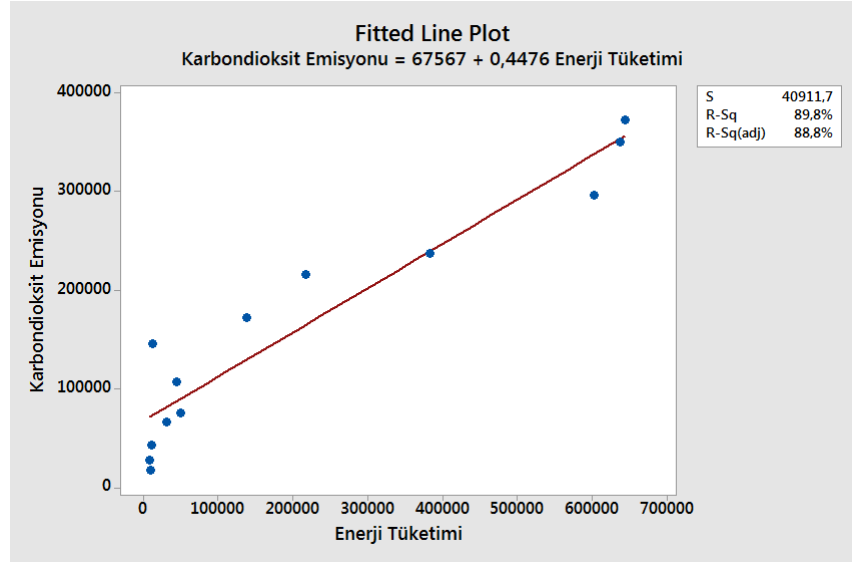
S = 40911,7 R-Sq = 89,8% R-Sq(adj) = 88,8%

Analysis of Variance

| Source     | DF | SS          | MS          | F     | P     |
|------------|----|-------------|-------------|-------|-------|
| Regression | 1  | 1,61658E+11 | 1,61658E+11 | 96,58 | 0,000 |
| Error      | 11 | 1,84114E+10 | 1,67376E+09 |       |       |
| Total      | 12 | 1,80069E+11 |             |       |       |

Şekil 9.6. Elde Edilen Karbondioksit Salınım Regresyon Analizi ve Formülü

Elde edilen formül karbondioksit salınımı ile enerji tüketiminin doğrusal olarak artış veya azalma gösterme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Şekil 9.7.'de bu ilişki grafik üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 9.7. Enerji Tüketimi ile Karbondioksit Salınımı İlişkisi

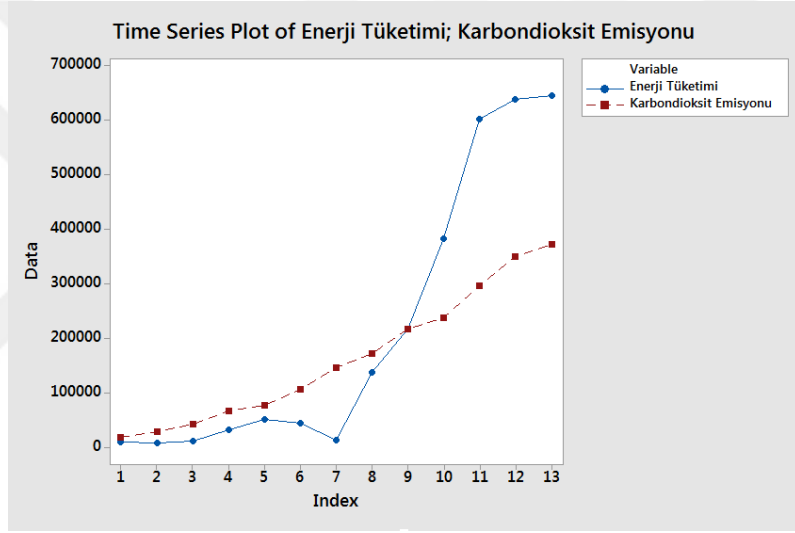
$$\text{Karbondioksit Salınımı} = 67567 + 0,4476 \text{ Enerji Tüketimi}$$

Regresyon analizi ile elde edilen bu denklem 1960 yılı için hesaplandığında enerji tüketimi 382922 alınarak;

$$\text{Karbondiyoksit Salınımı} = 67567 + 0,4476 (382922)$$

Karbondiyoksit Salınımı = 238.962,887 olarak hesaplanmıştır. Tablo verilerinde 237390,579 olarak verilen karbondiyoksit salınımı ile bu regresyon sonucu arasındaki fark 211572,308'dir.

Bu sonuç ve Şekil 9.8.'de gösterilen grafik enerji tüketimi ile karbondiyoksit salınımı arasında paralel artış gösteren bir ilişki olduğunu kanıtlamaktadır. Karbondiyoksit salınımına etki eden tek faktörün enerji tüketimi olmadığı göz önünde bulundurulduğunda yapılan hesaplamalar ile tablo verileri arasındaki farklılığın ortaya çıkması beklenen bir durumdur. Grafikten de görülebileceği gibi diğer değişkenlerinde etkisiyle artış veya azalış her yıl aynı oranda olmamıştır.



**Şekil 9.8.** Enerji Tüketimi ve Karbondiyoksit Emisyonu Değişim Grafiği

Enerji tüketimin ülkelerin gelişmişlik düzeyi arasındaki ilişkiyi regresyon yöntemiyle incelemek için enerji tüketimi ile kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla verileri arasındaki ilişki ele alınmıştır. Analizde Türkiye ve gelişmişlik düzeyi Türkiye'den önde olan Almanya seçilmiştir. Türkiye ve Almanya'ya ait enerji tüketimi ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla verileri Worldbank çalışmalarından elde edilmiştir. Bu veriler kullanılarak Minitab programında regresyon analizi ile kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasılanın enerji tüketimi ile ilişkisine ait denklem elde edilmiştir.

Worldbank çalışmalarından alınan veriler Tablo 9.5. 'de toplanmıştır.

**Tablo 9.5.** 1970-2019 Yılları Arası Türkiye ve Almanya Enerji Tüketimi ile Kişi Başına Düşen GSYH Verileri<sup>64</sup>

| Yıl  | Türkiye                        |                                       | Almanya                        |                                       |
|------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
|      | Enerji Tüketimi<br>(Milyon US) | Kişi Başına Düşen<br>GSYH (Milyon US) | Enerji Tüketimi<br>(Milyon US) | Kişi Başına Düşen<br>GSYH (Milyon US) |
| 1970 | 10687                          | 489,93                                | 155152                         | 2761,167                              |
| 1975 | 31228                          | 1136,375                              | 388098                         | 6236,359                              |
| 1980 | 50013                          | 1564,247                              | 757522                         | 12138,308                             |
| 1985 | 44185                          | 1368,401                              | 579983                         | 9429,569                              |
| 1990 | 11985                          | 279,435                               | 1337000000                     | 22303,961                             |
| 1995 | 137449                         | 2897,866                              | 1946000000                     | 31658,349                             |
| 2000 | 216481                         | 4316,549                              | 1464000000                     | 23635,929                             |
| 2005 | 382922                         | 7384,252                              | 2143000000                     | 34507,369                             |
| 2010 | 602306                         | 10672,389                             | 2536000000                     | 41531,934                             |
| 2015 | 638365                         | 10948,725                             | 2434000000                     | 41139,545                             |
| 2019 | 551294                         | 9042,493                              | 2792000000                     | 46258,878                             |

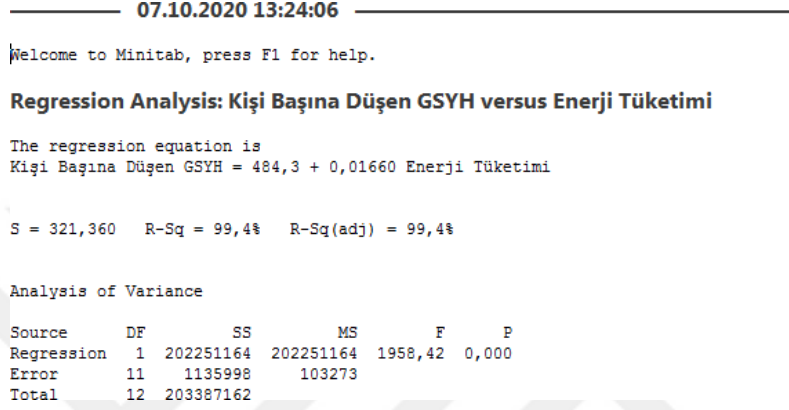
Tablo verileri kullanılarak ilk olarak Türkiye'ye ait kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla ve enerji tüketimi ilişkisi incelenmiştir. Enerji tüketimi ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla arasındaki regresyon modelinin hipotezleri kurulursa;

Ho:  $P > 0,05$  (enerji tüketimi ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki yoktur)

H1:  $P < 0,05$  (enerji tüketimi ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki vardır)

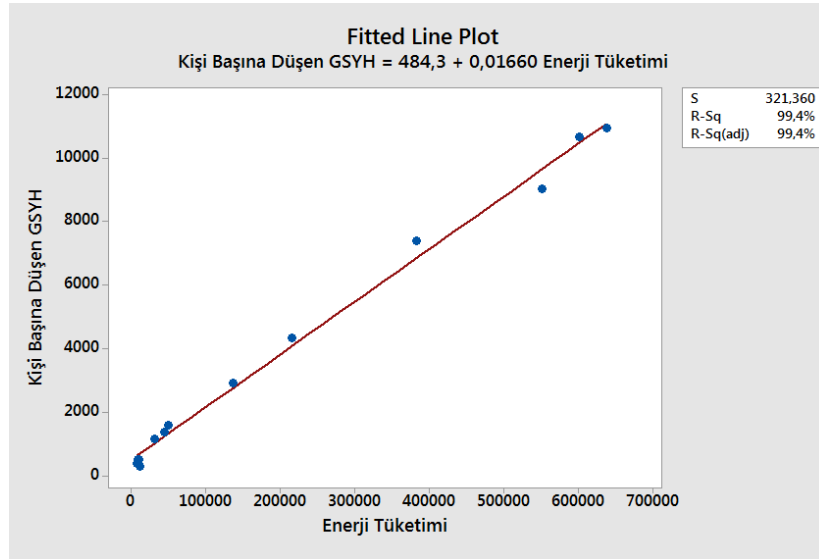
<sup>64</sup> Worldbank, (2019).

Bağımlı değişken olarak kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla bağımsız değişken olarak enerji tüketimi seçilmiştir. Şekil 9.9.'da Minitab programını kullanılarak elde edilen regresyon analizi sonuçları verilmiştir. Analiz sonucu  $P < 0,05$  olduğu için regresyon analizi geçerlidir.  $P < 0,05$  olması durumunda ise H1 hipotezi geçerlilik kazanır ve enerji tüketimi ile kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki olduğu doğrulanmış olur. Bu ilişkinin istatistiksel verilerini ise elde edilen denklem vermektedir.



**Şekil 9.9.** Türkiye Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Düşen GSYH İlişkisine Ait Analiz Sonuçları

Türkiye'ye ait kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla ve enerji tüketimi ilişkisi Şekil 9.10.'da verilmiştir. Elde edilen bu grafik Türkiye için 1960 yılından 2019 yılına kadar geçen sürede gayrisafi yurtiçi hasıla ve enerji tüketiminde artış yaşandığını göstermektedir.



**Şekil 9.10.** Türkiye Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Düşen GSYH İlişkisine Ait Grafik

Diğer bir adım olarak tablo verileri kullanılarak Türkiye ile karşılaştırma yapabilmek adına Almanya'ya ait kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla ve enerji tüketimi ilişkisi incelenmiştir. Almanya'ya ait enerji tüketimi ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla arasındaki regresyon modelinin hipotezleri kurulursa;

Ho:  $P > 0,05$  (enerji tüketimi ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki yoktur)

H1:  $P < 0,05$  (enerji tüketimi ve kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki vardır)

Bağımlı değişken olarak kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla bağımsız değişken olarak enerji tüketimi seçilmiştir. Şekil 9.11.'de Minitab programını kullanılarak elde edilen regresyon analizi sonuçları verilmiştir. Analiz sonucu  $P < 0,05$  olduğu için regresyon analizi geçerlidir.  $P < 0,05$  olması durumunda ise H1 hipotezi geçerlilik kazanır ve enerji tüketimi ile kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla arasında bir ilişki olduğu doğrulanmış olur. Bu ilişkinin istatistiksel verilerini ise elde edilen denklem vermektedir.

#### Time Series Plot of Kişi Başına Düşen GSYH; Enerji Tüketimi

#### Regression Analysis: Kişi Başına Düşen GSYH versus Enerji Tüketimi

The regression equation is  
Kişi Başına Düşen GSYH = 6902 + 0,000013 Enerji Tüketimi

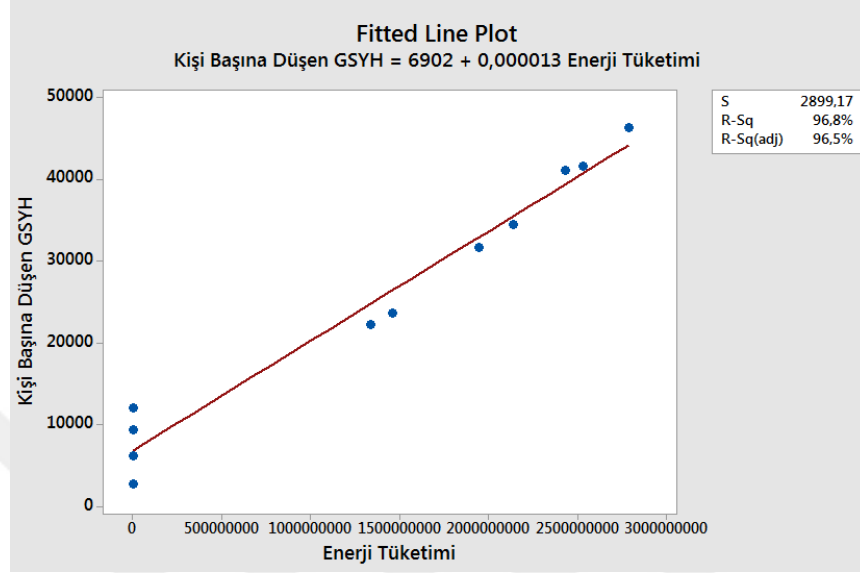
S = 2899,17    R-Sq = 96,8%    R-Sq(adj) = 96,5%

#### Analysis of Variance

| Source     | DF | SS         | MS         | F      | P     |
|------------|----|------------|------------|--------|-------|
| Regression | 1  | 2307387433 | 2307387433 | 274,52 | 0,000 |
| Error      | 9  | 75646504   | 8405167    |        |       |
| Total      | 10 | 2383033937 |            |        |       |

Şekil 9.11. Almanya Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Düşen GSYH İlişkisine Ait Analiz Sonuçları

Almanya'ya ait kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla ve enerji tüketimi ilişkisi Şekil 9.12.'de verilmiştir. Elde edilen bu grafik Almanya için 1960 yılından 2019 yılına kadar geçen sürede gayrisafi yurtiçi hasıla ve enerji tüketiminde artış yaşandığını göstermektedir.



**Şekil 9.12.** *Almanya Enerji Tüketimi ve Kişi Başına Düşen GSYH İlişkisine Ait Grafik*

Enerji tüketiminin ülkelerin gelişmişlik düzeyi ile ilişkisini karşılaştırabilmek için regresyon analizinden elde edilen formüllere ortak enerji tüketimi değeri verilmiştir. Enerji tüketiminin 10000 Milyon US olduğunu varsayarsak;

Türkiye için elde edilen denkleme göre;

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla=  $484,3 + 0,01660$  (Enerji Tüketimi)

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla=  $484,3 + 0,01660$  (10000)

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla= 650,3

Almanya için elde edilen denkleme göre;

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla=  $6902 + 0,000013$  (Enerji Tüketimi)

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla=  $6902 + 0,000013$  (10000)

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla= 6902,13

Enerji tüketimi 1 birim arttırılırsa;

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla=  $484,3 + 0,01660$  (Enerji Tüketimi)

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla=  $484,3 + 0,01660$  (10001)

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla= 650,32

Almanya için elde edilen denkleme göre;

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla=  $6902 + 0,000013$  (Enerji Tüketimi)

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla=  $6902 + 0,000013$  (10001)

Kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla= 6902,130013

Yapılan bu analiz enerji tüketimindeki 1 birimlik değişimin Türkiye kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla verilerini %2 etkilerken Almanya kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla verilerini %0,00013 etkilediğini göstermektedir. Özetle bu analizden gelişen ülkelerde enerji tüketimi artışından etkilenme payının gelişen teknoloji, ekonomik refah düzeyi ve yenilenebilir enerji kullanımı gibi avantajlar ile gelişmekte olan veya gelişmemiş ülkelere göre daha az olduğu çıkarılabilir. Yapılan bu regresyon analizi çalışmaları önceki bölümlerde sözel olarak ele alınan verilerin doğruluğunu kanıtlar nitelikte olmuştur.

## 10. BULGULAR, TARTIŞMA VE KARŞILAŞTIRMA

Yapılan araştırmalar ve regresyon analizleri doğrultusunda enerji tüketimin etkilerine dair elde edilen bulgular ekonomik ve sosyal açıdan değerlendirilmiştir. Enerji tüketimi artışının ekonomik etkileri gözlemleyebilmek için gayrisafi yurtiçi hasıla, ithalat, işgücü talepleri, enerji fiyatları, enerji üretimi ve tüketimi verilerinden yararlanılarak ülkeler arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan bu karşılaştırmalar artan enerji talebinin ekonomik olarak etkilerinin ülkelerin sahip olduğu enerji kaynağı rezervlerine, teknolojinin gelişmişliğine, endüstriyel imkanlara ve sahip olduğu ekonomik güç unsurlarına göre olumlu ya da olumsuz olabileceğini göstermiştir. Yeterli enerji rezervlerine sahip olan ülkelerde enerji tüketimi arttıkça dışa bağımlılıkta enerjiye bağlı artış yüksek olmazken enerji rezervlerine sahip olmayan ülkelerde enerji tüketiminin artışı ülkeleri ekonomik olarak dışa bağımlı hale getirmiştir. Enerji tüketimi artışı enerji rezervlerine sahip ülkelerin ekonomileri için avantaj sağlarken enerji rezervleri bulunmayan ülkelerin ekonomilerini olumsuz olarak etkilemektedir. Bu koşullarda ülkelerin gelişmişlik düzeyi, endüstriyel ve Ar-ge çalışmalarının teknoloji desteğiyle gelişmesini sağlayarak yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanma potansiyellerini arttırarak farklı enerji kaynaklarının kullanımının önünü açmıştır. Bu sayede ekonomide dışa bağımlılığın önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Gelişmiş ülkelerde yenilenebilir kaynaklar ile ekonomide dışa bağımlılık azaltılabilirken gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelerde gerek teknolojik eksiklikler gerekse kurulum maliyetlerinden dolayı yenilenebilir kaynaklar aktif olarak kullanılamamaktadır. Enerji tüketimi ve ekonomi ilişkisi Türkiye örneği kullanılarak regresyon analizi ile incelenmiştir. Enerji tüketimi ile gayrisafi yurtiçi hasıla arasında doğrusal bir ilişki olduğunu doğrulayan grafik ve denklemler elde edilmiştir. Ancak bu doğrusal ilişki de en büyük faktör gelişmekte olan ülkelerin ekonomilerinin de gelişmekte olmasıdır. Gayrisafi yurtiçi hasıla hesaplanırken enerji tüketimi ile birlikte farklı bağımsız değişkenlerinde dahil edildiği düşünüldüğünde bu orantının zaman içerisinde farklılık göstermesi kaçınılmaz olacaktır. Aynı zamanda ülkelerin sahip olduğu ekonominin önemli bir göstergesi olan ithalat oranlarının da gayrisafi yurtiçi hasıla verileri gibi enerji tüketimi ile ilişkisi ele alınmıştır. Enerji ithalatının toplam enerji kullanımındaki payının enerji tüketimi ile birlikte artış göstermesi Türkiye'nin ekonomide dışa bağımlılığını arttırarak ekonomiyi olumsuz yönde etkilediği gözlemlenmiştir.

Enerji tüketimi ile ortaya çıkabileceği öngörülen sosyal etkilerin incelemesi çevre kirliliği, canlılardaki değişimler, enerji kaynaklarının tükenmesi, yaşanabilecek sağlık problemleri, ulusal politikalarındaki değişimler, ülkelerin gelişmişlik düzeyleri konularıyla incelenmiştir. Yapılan araştırmalar enerji tüketimi artışının karbondioksit salınımını arttırdığını dolayısıyla da canlıların yaşamlarını ve sağlıklarını olumsuz etkilediklerini göstermektedir. Bu araştırmalar doğrultusunda regresyon analizi yapılarak bu etkilerin modellenmesini elde etmek amaçlanmıştır. Yapılan analizler sonucu elde edilen denklem ve grafikler enerji tüketimi ile karbondioksit salınımı arasında ilişki olduğunu göstermektedir.

Yapılan araştırmalar neticesinde enerji tüketiminin etkileşimde olduğu kabul edilen diğer bir sosyal etken olarak ise ülkelerin gelişmişlik düzeyi incelenmiştir. Yapılan araştırmalar gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi artışının oluşabilecek sosyal etkileri azaltabileceği yönünde olmuştur. Bu bulguyu desteklemek amacıyla regresyon analizi ile Türkiye ve Almanya örnekleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen analiz sonuçları enerji tüketimindeki 1 birimlik artışın Türkiye kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla verilerini %2 etkilerken Almanya kişi başına düşen gayrisafi yurtiçi hasıla verilerini %0,00013 etkilediğini göstermiştir. Hem yapılan araştırmalar hem de yapılan regresyon analizinde elde edilen veriler gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi değişimlerinden etkilenme payının gelişmemiş veya gelişmekte olan ülkelere daha az olduğunu göstermiştir.

Yapılan araştırmalar ve regresyon analizlerinin birbirini destekler nitelikte olması yapılan çalışmaların doğruluğunu desteklemektedir. Regresyon modeli ile yapılan analizlerde elde edilen hipotezler, enerji tüketimi etkilerinin ilişkili olduğu tahmin edilen konularla arasındakini bağlantıyı göstermektedir. %95 güven aralığında yapılan bu analizler doğrultusunda  $P < 0,05$  verisi elde edilmiş ve H1 hipotezleri doğruluk kazanarak enerji tüketiminin etkilediği düşünülen değişkenler ile ilişkisi doğrulanmıştır. Denklemlerden elde edilen R-Sq ve R-Sq(adj) değerlerinin birbirlerine yakın olması ise elde edilen denklemlerin anlamlılığını göstermektedir.

## 11. SONUÇ

Enerji kullanımı bireylerin yaşam faaliyetlerinin sürdürülmesi için vazgeçilmez bir öge haline gelmiştir. Gelişen teknoloji ile hayatımıza giren elektronik aletler insan hayatını kolaylaştırarak hayatımızın bir parçası olmuştur. Kullanımlarının hayatımıza sağladığı kolaylık beraberinde enerji ihtiyacını da getirmiştir. Bu teknolojik gelişimin yanı sıra sanayi devrimi ile insan gücünün azaltılarak makineleşmenin hızlanması, konutlaşmanın artması, dünya nüfusundaki artış gibi değişen küresel düzen parametreleri enerji ihtiyacını arttırmaya devam etmiştir. Bu ihtiyacın nüfus, teknolojik gelişim, araç kullanımının yaygınlaşması gibi değişen faktörler etkisinde artmaya da devam etmesi beklenmektedir.

Enerjiye olan ihtiyacın artmasının enerji tüketimini de arttırması kaçınılmaz olacaktır. Enerji tüketimi artmaya devam ettiği sürece tüketimin çevre, ekonomi, canlılar ve atmosfer üzerindeki etkileri daha fazla hissedilebilecektir. Bu durum enerji tüketimi ile ortaya çıkan sosyal ve ekonomik etkilerin üzerine yapılan çalışmaların önemin kazanmasını destekleyecektir. Enerji tüketiminin artması ile ortaya çıkan sosyal ve ekonomik etkiler incelenirken ele alınan parametreler, kısa ve uzun vade de küresel şartlara göre farklı çevresel faktörlerden de etkilenebileceği için yapılan analizlerin de kısa vade de geçerli olması beklenir. Ancak diğer tüm koşulların sabit kalması koşulu ile uzun vade de mevcut durum değerlendirmesi yapılabilir. Ülkeler arası uygulanan siyasi politikalar, ülkelerin enerji politikalarının güncellenmesi, teknolojinin izleyeceği seyir, bulunacak yeni enerji kaynakları, enerji verimliliği çalışmaları gibi değişken olan faktörler enerji tüketimi üzerinde etki edecek ve uzun vade de her bir değişken kendi içerisinde farklılık göstereceğinden enerji tüketimi üzerinde oluşturacakları etkiler de zamanla farklılık gösterebilecektir. Bu nedenle bu çalışmada ele alınan enerji tüketiminin sosyal ve ekonomik etkileri geçmiş, günümüz ve yakın gelecek esas alınarak değerlendirilmiştir. Enerji tüketiminin ekonomik etkileri temelde istihdam, ülkelerin enerji kaynaklarına göre ithalat ve ihracata dayalı ekonomik büyüme ve enerji fiyatlarındaki değişimlerdir. Canlılar, canlıların sağlığı, çevre, enerji kaynakları, gelişmişlik düzeyi, ulusal politikaların enerji tüketiminden etkilenmesi ise enerji tüketiminin sosyal etkileri arasındadır. Bu etkilerin detaylı olarak incelenmesi gelecekte beklenen enerji tüketimi artışına karşı önlemlerin alınmasına katkı sağlayabilecektir.

## KAYNAKÇA

- Aktaş, C. (2009). Türkiye’de Elektrik Tüketimi, İstihdam Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Hata Düzeltme Modeliyle Analizi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (25), 67.
- Altıparmak, A. ve Özdemir, A.İ. (2005). Sosyo Ekonomik Göstergeler Açısından İllerin Gelişmişlik Düzeyinin Karşılaştırmalı Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (24), 97-110.
- Arslan, S. Darıcı, M. ve Karahan, Ç. 2001. Türkiye’nin Jeotermal Enerji Potansiyeli. *Jeotermal Enerji Semineri Bildiri Kitabı*. İzmir. 21.
- Atık Kağıt ve Geri Dönüşümcüler Derneği, (2020). *Geri Dönüşüm Ekonomisi*, (7), 47.
- Avrupa İstatistik Ofisi, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Development\\_of\\_the\\_production\\_of\\_primary\\_energy\\_\(by\\_fuel\\_type\),\\_EU28,\\_20072017\\_\(2007\\_%3D\\_100,\\_based\\_on\\_tonnes\\_of\\_oil\\_equivalent\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Development_of_the_production_of_primary_energy_(by_fuel_type),_EU28,_20072017_(2007_%3D_100,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png) (Erişim tarihi: 2.3.20)
- Avrupa İstatistik Ofisi, [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Production\\_of\\_primary\\_energy,\\_EU28,\\_2016\\_\(%25\\_of\\_total,\\_based\\_on\\_tonnes\\_of\\_oil\\_equivalent\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Production_of_primary_energy,_EU28,_2016_(%25_of_total,_based_on_tonnes_of_oil_equivalent).png) (Erişim tarihi: 02.03.20).
- Bayarı, S. (Tarihsiz). *Termodinamik İlkeleri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Bayraç, H.N. (2009). Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye: Petrol Ve Doğal Gaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1).
- Beşergil, B. (Tarihsiz). *Hampetrolün Kökeni Ve Oluşumu*, Celal Bayar Üniversitesi, 1-2.
- BP Energy Outlook, (2019). *2019 Edition*.
- Caruso, G. Colantonio, E. 2 ve Gattone, S.A. Relationships between Renewable Energy Consumption, Social Factors, and Health: A Panel Vector Auto Regression Analysis of a Cluster of 12 EU Countries. (2020). *Sustainability*, (12), 11.
- Çalışkan, Ş. (2009). Türkiye’nin Dışa Bağımlılık ve Enerji Arz Güvenliği Sorunu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (25), 297-310.
- Dinçer, F. Atik, İ. Yılmaz, Ş. ve Çingı, A. (2017). *Hidrolik enerjisinden yararlanmada ülkemiz ve gelişmiş ülkelerin mevcut durumlarının analizi*. Kilis: 7 Aralık Üniversitesi, 8 (3), 556-557.
- Doğan, Ş. (Tarihsiz). *Milli Gelir*. On Dokuz Mayıs Üniversitesi, 13-16.
- Dünya Bankası, <https://data.worldbank.org/> (Erişim Tarihi: 05.10.20)

- Dünya Enerji Verileri, <https://www.worldenergydata.org/world/> (Erişim tarihi: 3.3.20)
- DNV GL. (2019) <https://www.dnvgl.com/feature/energy-efficiency-key-contributor-energy-transition.html> (Erişim Tarihi: 18.5.20)
- Enerji, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik> (Erişim tarihi: 3.3.20)
- Enerji, <https://www.enerji.gov.tr/File/?path=ROOT%2f1%2fDocuments%2fE%2fc4%b0GM%20Ana%20Rapor%2fT%2fc3%bcrkiye%20Elektrik%20Enerjisi%20Talep%20Projeksiyonu%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 3.4.20)
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, <https://www.eigm.gov.tr> (Erişim Tarihi: 12.3.20)
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (2019). *Aylık Enerji İstatistikleri Raporu- 08* <https://www.eigm.gov.tr/File/?path=ROOT%2f4%2fDocuments%2fE%2fc4%b0statistik%20Raporu%2f2019%20A%2fc4%9fustos%20Ay%2fc4%b1%20Enerji%20Raporu.pdf> (Erişim Tarihi: 3.4.20)
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (2019). *Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu.*
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, (2018). 2018 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu. <https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tabloları/Denge-Tabloları> (Erişim Tarihi: 7.4.20)
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, (2017). *Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu.* Ankara.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, (2019). *Petrol Piyasası Sektör Raporu.* Ankara.
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, (2019). *Doğalgaz Piyasası Sektör Raporu.* Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2016). *Türkiye'nin Nükleer Santral Projeleri: Soru-Cevap. Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Yayın Serisi, 7.*
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <https://enerji.gov.tr/haber-detay?id=366>. (Erişim Tarihi: 13.3.20)
- GAZBİR. (2019). *Dünyada ve Türkiye'de Enerji Durumu.* Ankara.
- Global Energy Statistical Yearbook, (2018). <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html> (Erişim Tarihi: 8.4.20)
- Güngör, S. ve Karaca, S.S. (2019). Enerji Tüketimi, Temiz Enerji ve Karbondioksit Emisyonlarının Finansal Açıkla İlişkisi: Türkiye Örneği. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, (2), 33-46.
- International Monetary Fund, (2019). *GDP Current Prices.*
- IRENA. (2019). *Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2019.* Abu Dhabi.

- IRENA. (2018). *Socio-Economic Benefits of Renewable Energy Deployment*. Abu Dhabi.
- IRENA. (2014). *The Socio-Economic Benefits of Solar and Wind Energy*. Abu Dhabi.
- İder, S. K. (Tarihsiz). *Hidrojen Enerji Sistemi*. Orta Doğu Teknik Üniversitesi. Makina Mühendisliği Bölümü, 1-3.
- İHH İnsani ve Sosyal Araştırmalar Merkezi, (2019). *Nükleer Santraller*.
- Kapluhan, E. Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki Ve Türkiye’deki Kullanım Durumu. (2014). *Marmara Coğrafya Dergisi*, (30), 100-103.
- Karagöl, E.T. Kavaz İ. (2017). *Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji*. SETA Analiz, 9.
- Kavaz, İ. (2019). Sürdürülebilirlik Politikaları Çerçevesinde Enerji Verimliliği. *SETA Analiz Raporu*, 14.
- Kavaz, İ. (2019). Yerli ve Milli Enerji Politikaları Ekseninde Kömür. *SETA Analiz Raporu*, 18.
- Kaya, İ. S. (2012). Uluslararası Enerji Politikalarına Bir Bakış: Türkiye Örneği. *Çağ Üniversitesi Uluslararası Enerji Hukuku Sempozyumu*. 279-280.
- Kayfeci, M. (2011). *Alternatif Enerji Kaynakları*. Karabük Üniversitesi, 12-13.
- Keskinkılıç, S. (2019). *Yenilenebilir Enerji- Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye Örneği*, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
- Kılıç, F. Ç. (2015). *Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu Ve Üretim Teknolojileri*. Kocaeli Üniversitesi, (56), 671, 33-37
- KPMG. (2019). *Enerji Sektörel Bakış*. İstanbul.
- Kural, O. (1991). *Kömür*, 60-334.
- Maden ve Petrol İşleri Müdürlüğü, (2019). *2019 Yılı 2. Çeyrek Küresel Petrol Piyasası Analizi*. Petrol Stokları Daire Başkanlığı.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, (2019). <https://www.mta.gov.tr/v3.0/arastirmalar/jeotermal-enerji-arastirmalari> (Erişim Tarihi: 15.4.20)
- Oral, M. Türkiye’nin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve PV2 Uygulamalarının Yerel Ölçekte Değerlendirilmesi: Karabük İli Örneği. (2020). *International Journal of Geography and Geography Education*, 42, 484-486.

- Özer S. Güngör, Ö. Nükleer Güç Santrallerinin Ulusal Güvenlik Unsurları Yönünden İncelenmesi ve Nükleer Güç Santrallerinde Kolluk Uygulamaları. (2020). *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8 (5), 1448-1449.
- Pehlivan, C. Han, A. Bingöl, N. (2020). G20 Ülkelerinde Co2 Emisyonu Ve Enerji Tüketiminin Sosyal Ve Ekonomik Değişkenler Üzerindeki Etkisi. *Beykoz Akademi Dergisi*, 8 (1), 334-348.
- Peker, H.S. (2015). Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği ve Ölçülmesi: Türkiye'nin Enerji Arz Güvenliği Endeksine Yönelik Bir Uygulama. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (5), 763-783.
- Piyasa Rehberi. (2014) <https://piyasarehberi.org/ekonomi/55-gayri-safi-yurtici-hasila> (Erişim Tarihi: 10.4.20)
- Piyasa Verileri için İstatistik Portalı. <https://www.statista.com/statistics/449827/co2-emissionsturkey/#:~:text=Carbon%20dioxide%20emissions%20in%20Turkey%202000%2D2019&text=The%20statistic%20shows%20the%20level,carbon%20dioxide%20emitted%20in%202019>. (Erişim Tarihi: 01.10.20)
- Polat, C. ve Kılınç N. Yeni Pazarların Gelişim Sürecinde Ab Ve Türkiye: Hidrojen Tabanlı Pazarlara Doğru. (2009). *Türkiye-Avrupa Birliği Sektörel Rekabet Analizleri*, (17), 4-7.
- Rafindadi, A. A. Öztürk, İ. (2017). Impacts of renewable energy consumption on the German economic growth: Evidence from combined cointegration test. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, (75), 1130-1141.
- Sağlam, M. ve Uyar, T.S. (2014). *Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli*, İstanbul: Marmara Üniversitesi, 3-4.
- Sakarya, A. ve İbişoğlu, Ç. (2015). Türkiye'de İllerin Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Endeksinin Coğrafi Ağırlıklı Regresyon Modeli İle Analizi. *Marmara Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, (32), 211-238.
- Selici, T. Utlu, Z. ve İlten, N. (2005). Enerji Kullanımının Çevresel Etkileri ve Sürdürülebilir Gelişme Açısından Değerlendirilmesi., *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, Mersin: Mersin Üniversitesi.
- Sengiller, İ. (1996). *Kömür kökenli doğal gaz. MTA Enerji Hammadde Etüt ve Arama Dairesi*, Ankara. 90-91.

- Sever, E. (2019). *Türkiye’de Enerji Tüketiminin Kamu Sağlık Harcamaları Üzerinde Etkisi*, Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi, 55.
- Sevim, T. V. (2014). *Rus Dış Enerji Politikası ve Yeni Hedef Kuzey Doğu Asya. Uluslararası İlişkiler*, (11), 41, 88.
- Solar School, <https://www.solarschools.net/knowledge-bank/energy/types> (Erişim tarihi: 19.2.20)
- Sutcliffe, R. Orban, E. McDonald, K. Moebus, S. The German Energiewende—a matter for health?. (2015). *The European Journal of Public Health*, 26 (4), 707–712.
- Şener, M. Koyuncu, İ. ve Öztürk, İ. Türkiye’de İklim Değişimi ve Halk Sağlığı. *Türkiye Bilimler Akademisi*. Ankara.
- T.C. Hazine ve Maliye Bakanlığı, (2018). *Yıllık Ekonomik Rapor*. [https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2019/01/Y\\_II\\_k-Ekonomik-Rapor-2018.pdf](https://ms.hmb.gov.tr/uploads/2019/01/Y_II_k-Ekonomik-Rapor-2018.pdf) (Erişim Tarihi: 7.4.20)
- Timur, M.C. (2017). Enerji Arz Güvenliğinin Sağlanmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi. *İstanbul: International Congress of Energy*, s1-10.
- Tugal, N. (2014). *Enerji Talebi ve Enerji Talebini Belirleyen Faktörler: Türkiye Uygulaması*, Afyon: Kocatepe Üniversitesi.
- Tutar F. ve Eren M. (2011). Geleceğin Enerjisi: Hidrojen Ekonomisi Ve Türkiye. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (6), 20.
- Türkiye Enerji Konseyi, (2018). *BP Enerji Görünümü*.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, (2018). *Kömür [Linyit] Sektör Raporu*. Ankara.
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, (2019). *Kömür [Linyit] Sektör Raporu*. Ankara.
- Uluslararası Enerji Ajansı, <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/global-annual-average-change-in-energy-production-by-fuel-1971-2017>. (Erişim Tarihi: 21.5.20)
- Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı 2017-2023. (2017). Ankara.
- Uluslararası Enerji Ajansı, <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>. (Erişim Tarihi: 13.3.20)
- Uluslararası Hidroenerji Birliği, (2017). *Hidroelektrik Enerji Durum Raporu 2017*.
- Uluslararası Yenilebilir Enerji Ajansı, (2014). *Dalga Enerjisi Teknolojileri*. Almanya.
- Uluslararası Yenilebilir Enerji Ajansı, (2019). *Yenilenebilir Kapasite İstatistikleri 2019*. Almanya.

Uluslararası Para Fonu,

<https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD> (Erişim Tarihi: 8.4.20)

Ursavaş, N. ve Yıldırım, E. (2017). Enerji Arz Güvenliği Riskinin Türkiye'nin

Makroekonomik Dengelerine Etkisi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (17), 55-85.

Yanar, R. ve Kerimoğlu, G. (2011). Türkiye'de Enerji Tüketimi, *Ekonomik Büyüme ve Cari Açık İlişkisi. Ekonomi Bilimleri Dergisi*, (3), 191-201.

Yenilenebilir Enerji ve Enerji Verimliliği Merkezi, (2018). *Yenilenebilir Enerji Ve Enerji Verimliliği Durum Raporu*. Avusturya.

Yürekli, A. (2019). Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, 1-12.

Wang, Y. (2010). The analysis of the impacts of energy consumption on environment and public health in China. *Energy*, (35), 4473-4479.

Click or tap here to enter text.



## ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0000-0003-2973-6807

**Adı Soyadı:** Betül KAHYA

**Doğum Yeri ve Yılı:** Eskişehir/1993

**Yabancı Dil:** İngilizce

### **Eğitim Geçmişi:**

- 2018-2020 Eskişehir Teknik Üniversitesi – İleri Teknolojiler Anabilim Dalı – Enerji Kaynakları ve Yönetimi (Yüksek Lisans)
- 2011-2015 Karabük Üniversitesi – Teknoloji Fakültesi – Mekatronik Mühendisliği (Lisans)

### **Mesleki Geçmişi:**

- 2017-Halen Candy Hoover Haier Group - Mühendis
- 2012 Torun Bakır Alışimleri ve Ticareti - Stajyer
- 2013 Armat Limited Şirketi - Stajyer