T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI İKTİSAT BİLİM DALI

# TÜRKİYE'DE ENERJİ SEKTÖRÜNDE DIŞ TİCARET AÇIĞI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yüksek Lisans Tezi

ÖMER AYBERK CENGİZ

İstanbul, 2019

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI İKTİSAT BİLİM DALI

# TÜRKİYE'DE ENERJİ SEKTÖRÜNDE DIŞ TİCARET AÇIĞI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ

Yüksek Lisans Tezi

ÖMER AYBERK CENGİZ

Danışman: PROF. DR. MEHMET ŞİŞMAN

İstanbul, 2019

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

**TEZ ONAY BELGESİ**

İKTİSAT Anabilim Dalı ULUSLARARASI TİCARET VE PARA YÖNETİMİ Bilim Dalı TEZLİ YÜKSEK LİSANS öğrencisi ÖMER AYBERK CENGİZ'nın TÜRKİYEDE ENERJİ SEKTÖRÜNDE DIŞ TİCARET AÇIĞI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ adlı tez çalışması, Enstitümüz Yönetim Kurulunun 30.05.2019 tarih ve 2019-16/20 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Tez Savunma Tarihi** 20.08.2019

| **Öğretim Üyesi Adı Soyadı** | | | **İmzası** |
|---|---|---|---|
| 1 | Tez Danışmanı | Prof. Dr. MEHMET ŞİŞMAN | |
| 2 | Jüri Üyesi | Prof. Dr. OSMAN KÜÇÜKAHMETOĞLU | |
| 3 | Jüri Üyesi | Dr. Öğr. Üyesi DENİZ ŞİŞMAN | |

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa No.**

**İÇİNDEKİLER** ..... **İ**
**TABLOLAR LİSTESİ** ..... **İİİ**
**ŞEKİLLER LİSTESİ** ..... **İV**
**SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ** ..... **V**
**ÖZET** ..... **Vİİ**
**ABSTRACT** ..... **Vİİİ**
**ÖNSÖZ** ..... **1**
**1. GİRİŞ** ..... **2**
**2. ENERJİ GENEL TANIMI VE KÜRESEL KULLANIMI** ..... **4**
2.1. Enerji Çeşitleri ..... 4
2.2. Enerji Birimleri ..... 5
2.3. Enerjinin Üretilmesi / Tüketilmesi ..... 5
2.4. Dünya'da Enerji Kullanımı ..... 5
2.5. Türkiye'de Enerji Kullanımı ..... 8
**3. ENERJİ KAYNAKLARI** ..... **12**
3.1. Yenilenemez Enerji ..... 12
3.1.1. Kömür'ün Eldesi, Kullanımı, Getirisi, Dünya'da Ve Türkiye'de Durumu ..... 12
3.1.2. Petrol Ve Doğalgaz Eldesi, İşlenişi, Getirisi ..... 13
3.1.3. Nükleer Enerji Eldesi, Kullanımı ..... 15
3.2. Yenilenebilir Enerji ..... 16
3.2.1. Hidroelektrik Santralleri, Kullanımı, Artılar Ve Eksileri ..... 18
3.2.2. Biyokütle Kullanımı ..... 20
3.2.3. Jeotermal Enerji ..... 20
3.2.4. Rüzgar Enerjisi ..... 22
3.2.5. Güneş Enerjisi ..... 23
3.2.6. Hidrojen Enerjisi ..... 26
3.2.7. Dalga Enerjisi ..... 27
3.2.8. Enerji Depolama ..... 27
**4. ENERJİ EKONOMİSİ** ..... **29**

4.1. Enerjinin Ekonomik Etkileri .....31
4.2. Enerjinin Arzı, İthalat Ve İhracatı.....32
4.3. Enerji Üretim Santrallerinin Maliyetleri .....34
4.4. Enerjinin Ücretlendirilmesi.....35
4.5. Enerji Politikalarının Belirlenmesi.....36
4.6. Enerjinin Çevre ve Topluma Etkisi.....37
4.7. Türkiye'nin Enerji Ekonomisi .....40
**5. DIŞ TİCARET AÇIĞI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ETKİSİ .....49**
5.1. Dış Ticaret Açığının Genel Tanımı, Sebepleri.....49
5.2. Türkiye'deki Dış Ticaret Açığı ve Enerjinin Bu Alandaki Rolü .....50
5.3. Dış Ticaret Açığı Üzerinde Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Önemi.....52
**6. SONUÇ .....59**
**KAYNAKLAR .....62**

## TABLOLAR LİSTESİ

**Sayfa No.**

Tablo 2-1: 2006-2017 Yılları Arasında Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı (%) ..... 11
Tablo 3-1: 2017 Yılı Dünya Yenilenebilir Enerji Liderleri. ..... 25
Tablo 4-1: Enerji Santralleri Maliyeti ..... 35
Tablo 4-2: Türkiye Birincil Enerji Arzı 2016 Verileri ..... 43
Tablo 4-3: Türkiye'de Yıllara Göre Kişi Başına Enerji Ve Elektrik Tüketimi ..... 44
Tablo 4-4: TEİAŞ 2010-2017 Yılları Net Elektrik Üretim Değerleri ..... 47
Tablo 5-1: Türkiye 2013-2019 Yılları Arasında Cari İşlemler Hesabı Ve Enerji Hesabı ..... 52
Tablo 5-2: Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Elektrik Üretimi (GWh)**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**
Tablo 5-3: Türkiye'nin İthal Ettiği Elektrik Enerjisinin Yıllara Göre Dağılımı**Hata! Yer işareti tanımlanmamış.**4

# ŞEKİLLER LİSTESİ

**Sayfa No.**

Şekil 2-1: 1990-2017 Tarihleri Arasında Çin Halk Cumhuriyeti Vatandaşlarının Mtoe Cinsinden Enerji Tüketimi ..... 6
Şekil 2-2: 1993-2017 Yılları Arasında Amerika Birleşik Devletleri Vatandaşlarının Mtoe Cinsinden Enerji Tüketimi ..... 7
Şekil 2-3: 2008-2019 Yılları Arasında Türkiye İhracatın İthalatı Karşılama Oranları ..... 8
Şekil 3-1: Yenilenebilir Enerji Kullanılarak Elde Edilen Ve Elde Edilmesi Beklenen Toplam Enerji Miktarları ..... 17
Şekil 3-2: Yenilenebilir Enerji Kullanımına Ait 2023 Yılı Tahminleri (Mtoe) ..... 18
Şekil 3-3: Ülkelerin Jeotermal Güç Potansiyellerinin Daire Grafiğinde Gösterilmesi ..... 21
Şekil 3-4: Türkiye'de Nanotektonik-Volkanik Alanların Etkinliği Ve Jeotermal Alanlar ..... 22
Şekil 3-5: Türkiye'de Bulunan Işletmedeki Rüzgar Elektrik Santralleri ..... 23
Şekil 3-6: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası ..... 26
Şekil 4-1: 1990-2016 Yılları Arasında Türkiye'nin Enerji Üretimi Ve Arzı (Mtep) ..... 41
Şekil 4-2: 2017 Yılı Türkiye Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı ..... 45
Şekil 4-3: Türkiye 2019 Yılı Için Enerji Yatırım Payları ..... 47
Şekil 4-4: Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu ..... 48

## SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

| | |
|---|---|
| ***EİA*** | Energy Information Administration |
| ***EİGM*** | Enerji İşleri Genel Müdürlüğü |
| ***EPDK*** | Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu |
| ***EÜAŞ*** | Elektrik Üretim Anonim Şirketi |
| ***IEA*** | International Energy Agency |
| ***IRENA*** | International Renewable Energy Agency |
| ***J*** | Joule |
| ***JES*** | Jeotermal Elektrik Santrali |
| ***GEKA*** | Güney Ege Kalkınma Ajansı |
| ***GEPA*** | Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası |
| ***GSYİH*** | Gayrisafi Yurtiçi Hasıla |
| ***GWh*** | Gigawatt – saat |
| ***HES*** | Hidroelektrik Santralleri |
| ***KWh*** | Kilowatt - saat |
| ***MW*** | Megawatt |
| ***Mtoe*** | Milyon Tona Eşdeğer Petrol |
| ***N*** | Newton |
| ***NASA*** | National Aeronautics and Space Administration |
| ***OPEC*** | Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü |
| ***PDHE***S | Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santralleri |
| ***PV*** | Photovoltaic |
| ***RES*** | Rüzgar Elektrik Santrali |
| ***SBB*** | Strateji ve Bütçe Başkanlığı |

| | |
|---|---|
| ***TCMB*** | Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası |
| ***TEİAŞ*** | Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi |
| ***TEP*** | Ton Eşdeğer Petrol |
| ***TKİ*** | Türkiye Kömür İşletmeleri |
| ***TPO*** | Türkiye Petrol Ofisi |
| ***TÜİK*** | Türkiye İstatistik Kurumu |
| ***TÜREB*** | Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği |
| ***TWh*** | Terawatt – saat (1 trilyon kilowatt saat) |
| ***WEC*** | World Energy Council |
| ***WTEX*** | World's Top Exports |
| ***YEGM*** | Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü |
| ***YEK*** | Yenilenebilir Enerji Kanunu |
| ***YEN*** | Yenilenebilir Enerji |

## ÖZET

Gelişmekte olan ülkelerin sanayi alanında ilerleme çabaları ve hamleleri beraberinde enerjiye duyulan ihtiyacı da arttırmaktadır. Teknoloji alanındaki ilerleme ve refah seviyesinin yükselmesi ile birlikte, bireysel enerji tüketimi yıllar içerisinde düzenli bir artış göstermiştir. Hazırlanan elektrik enerjisi talep formlarından söz konusu enerji ihtiyacının yıllar içerisinde giderek artış göstereceği anlaşılmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti, enerji alanında incelendiğinde ithalatçı bir ülke konumunda olduğu görülmektedir. Ülkenin ekonomisinde oluşan cari açığın ana sebebinin, enerji ithalatı olduğu görülmektedir. Enerji ihtiyacındaki düzenli seyreden artış göz önüne alındığında, mevcut bulunan cari açığın giderek artış göstereceği ve ekonomik göstergeleri olumsuz yönde etkileyeceği görülmektedir. Ülke ekonomisi için olumsuzluk teşkil eden bu sorunun giderlmesi için enerji ihtiyacınının mevcut kaynaklardan karşılanması gerekmektedir. Bu noktada bakıldığında ise sahip olunan fosil yakıt kaynakları söz konusu enerji talebini karşılama noktasında yetersiz kalmakta ve ayrıca ciddi bir çevre kirliliğinin de müsebbibi olmaktadırlar. Bu durum yeni enerji kaynakları üzerinde çalışılmasını elzem kılmaktadır. Yenilenebilir enerji, tükenmeyen bir enerji türü olup Türkiye Cumhuriyeti topraklarında verimli bir şekilde kullanıldığı taktirde enerji ihtiyacını karşılayabilecek potansiyele sahiptir. Özellikle sahip olunan yenilenebilir enerji kaynakları tam potansiyeli ile kullanıldığında ülkenin ihtiyaçlarını büyük ölçüde karşılayacağı ve dış ticaret açığını azaltıcı etkisi olacağı bu tezin ana fikrini oluşturmaktadır. Dış ticaret açığının büyük bir kısmının enerji kaynaklı olduğu düşünüldüğünde, yenilenebilir enerji üzerine yapılacak olan yatırımların bu açığın kapanmasında etkili olabileceği bu çalışmada gösterilmiştir. Aynı zamanda yenilenebilir enerji tesislerinin oluşumunda yerli üretim malların kullanımının devlet tarafından teşvik edilmesi ülkeye ithal girdiği azaltacağından dolaylı olarak da dış ticaret açığına olumlu etki edecektir.



**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir enerji, dış ticaret açığı, enerji, enerji ithalatı, enerji potansiyeli

## ABSTRACT

Industrial developments in the developing countries bring the energy need alone with it. Together with the technological advancements and improving welfare, there has been a steady increase in individuals' energy consumption. It is understood from the analysis on electric energy need that it will gradually increase in following years. The Republic of Turkey is an importing country in terms of energy supply. As a result, much of the country's current account deficit can be attributed to energy import. In consideration of the anticipated increase in the energy need, the current account deficit may grow bigger unless no intervention is made to the current figure, other vise it will stand as a threat to the country's economy. Moreover, available fossil fuel resources cannot satisfy the need and cause environmental pollution as well. Therefore, new energy resources should be carried on the table. Renewable energy is an infinite energy type and has the potential to meet the energy need if utilized efficiently across the country. The main idea of this thesis is that the renewable energy resources, especially when used with full potential, will meet the needs of the country to a large extent and will have a reducing effect on foreign trade deficit positively. Whereas energy import is a main cause for the foreign trade deficit, this study sets forth that investments in renewable energy will result in positive impact on it. In addition, indirect positive effects on the deficit are expected as import inputs will be reduced, thanks to the governmental incentives for the use of domestic goods in construction of the renewable energy facilities.



**Key Words:** Renewable energy, foreign trade deficit, energy, energy imports, energy potential

# ÖNSÖZ

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Şişman'a, ilgisini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan değerli kuzenim Cemre Özkanca'ya, kıymetli arkadaşlarım Dr. Cihad Terzioğlu'na ve Ahmet Hamdi Çakmak'a, çalışmalarım boyunca destekleriyle beni yalnız bırakmayan eşim Ayşe Cengiz'e ve kızım Ayşe Sare Cengiz'e teşekkürü bir borç bilirim.

# 1. GİRİŞ

Enerji, bir toplumun gelişmişlik düzeyini belirleyen, toplumun ve ekonominin ihtiyaç duyduğu önemli bir ölçüttür. Gelişmekte olan ülkeler başta olmak üzere, Dünya genelinde enerjiye duyulan ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır. Enerji sektöründe özellikle ucuz ve bol enerji elde edilmesi üzerinde durulmakta ve ülkeler enerji politikalarını bu duruma göre yönlendirmektedir. Teknolojinin hızlı gelişimi, ulaşım ve taşıma alanlarına enerjiye duyulan ihtiyacı arttırırken endüstri alanında da hammadde girdisi olarak enerji talebinde artış gözlenmiştir. Enerjinin Gayri Safi Milli Hasıla'ya oranı da ekonominin gelişmesiyle birlikte büyümeye devam etmektedir.

Enerji, yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemez enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları, yer altında fosil rezervleri şeklinde bulunan kaynaklar olup kömür, petrol, linyit, taş kömürü gibi kullanıldıklarında tükenen kaynaklar olarak tanımlanmaktadır. Yenilenemez enerji kaynakları, kullanıldıklarında ortaya çıkarttıkları zararlı ürünleri sebebi ile küresel ısınmaya, asit yağmurlarına ve iklim değişikliklerine sebep olmaktadır. Sınırları içerisinde yeterli miktarda kaynağı bulunmayan ülkeler, enerji ihtiyaçlarını ithalat yolu ile karşılarken dış ticaret borçlarında açılmalar meydana gelmektedir. Dünya petrol rezervlerinin büyük bir kısmı Orta Doğu bölgesinde yer almakta olup, bölgede bulunan siyasi ve ekonomik istikrarsızlıklar çeşitli kriz risklerini beraberinde getirmektedir. Bu durumlar göz önünde bulundurulduğunda, alternatif enerji kaynaklarına olan ihtiyaç öne çıkmaktadır. Türkiye verileri incelendiğinde, 2018 yılı Cari İşlemler Hesabı'nın -27.252 milyon dolar olduğu gözlenirken enerji harici cari işlemler hesabının +11.342 milyon dolar olduğu gözlenmiştir. Bu durum enerjinin ülke ekonomisindeki yerini göstermektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları Güneş, rüzgar, hidroelektrik enerjileri gibi doğada bulunan ve kendiliğinden yenilenebilen kuvvetlerden elde edilen enerji kaynaklarına verilen isimlerdir. Bu kaynakların tükenme riskleri bulunmadığı gibi, çevreye karşı verdikleri zararın en az seviyede olması da tercih edilmelerine sebep olmaktadır. Geçmişte olduğu gibi, gelecekte de gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin en önemli hedeflerinden biri, sürdürülebilir gelişmenin sağlanmasıdır. Enerjinin sürdürülebilir olması ülkenin ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarda gelişmesinin önemli parametrelerinden biridir.

Bu çalışmada, gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler için en önemli konulardan biri olan yenilenebilir enerjinin, Türkiye ekonomisi üzerindeki etkisinin incelenmesi, Türkiye enerji politikalarının ve Yenilenebilir Enerji üzerindeki devlet teşviklerinin değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Tezin amacı, ülkenin sahip olduğu yenilenebilir enerji kaynakları tam potansiyeli ile kullanıldığında ülkenin ihtiyaçlarını büyük ölçüde karşılayacağı ve dış ticaret açığını azaltıcı etkisinin yanında dışa bağımlılığı azaltıcı etkisi olacağının mümkün hale gelebileceğini göstermektir.

Çalışmanın ilk bölümünde, enerjinin genel tanımı yapılarak enerji çeşitlerinden ve enerji birimlerinden bahsedilmiştir. Dünya genelinde kişi başına düşen elektrik tüketimi, ülkelerin gelişmişlik seviyeleri ile ilişkileri incelenmiş ve farklı ülkelerin enerji politikalarından bahsedilmiştir. Türkiye'de kişi başına düşen enerji tüketimi miktarı ve gelişmişlik düzeyi ile bu veriler ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

İkinci bölümde, yenilenebilir enerji ve yenilenemez enerji kaynaklarından bahsedilmiştir. Çeşitli enerji kaynaklarının Dünya genelinde ve Türkiye'deki potansiyelleri ve bu potansiyellerin ne kadarının kullanılabildiği incelenmiştir. Çeşitli enerji santrallerinin insan ve çevre ile olan etkileşimleri, olumlu ve olumsuz özellikleri bu bölümde incelenmiştir.

Üçüncü bölümde enerjinin ekonomi ile olan ilişkileri incelenmiştir. İthalat ve ihracat rakamları, elektrik santrallerinin maliyetleri, elde edilen enerjinin depolanması ve depolanan enerjilerin aktarılması gibi maliyetlerden bahsedilmiştir. Özellikle Türkiye açısından enerji politikaları incelenmiş, enerjinin ücretlendirilmesi üzerinde durulmuştur.

Çalışmanın dördüncü ve son bölümünde ise, dış ticaret açığından, oluşma sebeplerinden, oluşan açıkta enerjinin rolünden bahsedilmiştir. Dış ticaret açığının engellenmesi adına yenilenebilir enerji üzerinde hareket edilmesi gerektiğinden, Türkiye Cumhuriyeti'nin bu bağlamda yatırımcılara sunduğu teşviklerden bahsedilmiştir.

# 2. ENERJİ GENEL TANIMI VE KÜRESEL KULLANIMI

Enerji, maddede var olan ve çeşitli biçimlerde ortaya çıkan güç olarak tanımlandığı gibi, iş yapabilme yeteneği olarak da tanımlanmaktadır. Ana çerçeveden bakıldığında enerji kavramı iki ana başlık altında incelenmektedir; Potansiyel Enerji ve Kinetik Enerji. Potansiyel enerji bir cismin konumu ve durumu nedeniyle sahip olduğu enerji olup kimyasal enerji, mekanik enerji, nükleer enerji ve yer çekimi enerjisi bu grup altında sınıflandırılmaktadır. Kinetik Enerji ise hareket eden cisimlerde ortayan çıkan bir enerji türü olup ısı enerjisi, hareket enerjisi, elektrik enerjisi gibi enerji gruplarına ayrılmaktadır (Aneke ve Wang, 2016, s.352).

Yakıt ve enerji kavramlarının arasındaki farkın doğru bir şekilde bilinmesi ve ayrımlarının başarılı bir şekilde yapılması önem teşkil etmektedir. Yakıtı, ısı ve güç elde etmek amacıyla yakılabilen her türlü materyal olarak tanımlamak mümkündür. Yakıtların yakılmasının amacı, yanma sonucunda elde edilen ısıyı ve açığa çıkan gücü kullanarak mekanik enerji veya elektrik enerjisi elde etmektir. Bu açıdan bakıldığında enerji sadece ısı ve gücü kapsamaktadır. Enerji materyalleri, yeraltından çıkarılmakta ya da doğal kaynaklar olarak elde edilmekte ve ticareti yapılabilmektedir. Birincil enerji doğrudan ısınma ya da yakıt olarak kullanılabilen, ikincil enerji ise birincil enerjinin işlenmesi sonucunda üretilen materyallerdir. Elektrik ve ısı, birincil ve ikincil kaynaklardan üretilebilmektedirler (Özil ve diğerleri, 2013, s.33).

## 2.1. Enerji Çeşitleri

Enerji çok farklı çeşit ve formlarda meydana gelmektedir. Kimyasal enerji, ısı enerjisi, potansiyel enerji, kinetik enerji, mekanik enerji, elektrik enerjisi, manyetik enerji, nükleer enerji, ışık enerjisi ve ses enerjisi, enerjinin farklı çeşit ve formlardaki halini ifade etmektedir. Bununla birlikte enerji dönüştürülebilir bir unsur olması sebebi ile enerji çeşitlerinin eksiksiz listesini yapmak oldukça zordur. Enerjinin en önemli özelliklerinden biri, farklı biçimlere dönüştürülebilir olmasıdır (Mohammadi ve Mehrpooya, 2018, s.2940). Bununla birlikte enerji, enerjinin korunumu yasasına tabidir. Bu yasa, fiziğin en temel ilkesi olarak kabul edilmektedir. Enerjinin korunumu

kanununa göre, bir sisteme giren toplam enerji o sistemden çıkacak olan enerjiye eşit olmak zorundadır.

### 2.2. Enerji Birimleri

Enerji, nicel bir büyüklüktür. Birimi uluslarası olarak kullanılan Joule'dur. Joule, bir Newton'luk (N) kuvvetin bir metre boyunca uygulandıkça artış gösteren enerjiye eşittir. Enerji ayrıca kalori, kilowatt-saat, kilokalori gibi birimlerle de tanımlanabilmektedir. Bir kilowatt (kWh) 3,6 milyon Joule'a (J) eşittir. Bunun yanında enerjinin kesin bir ölçümünden bahsetmek mümkün değildir.

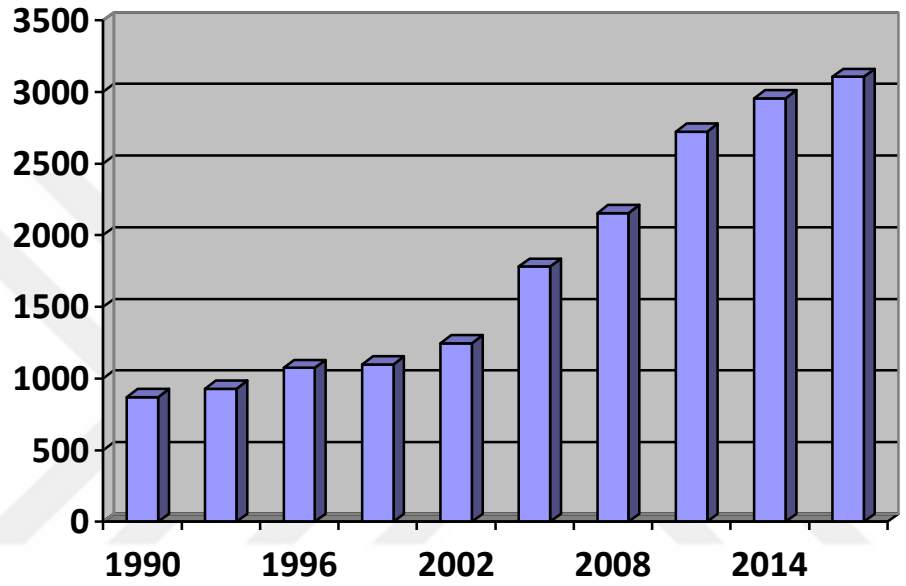
### 2.3. Enerjinin Üretilmesi / Tüketilmesi

Elektrik üretimi, bir enerji biçiminin elektrik enerjisine dönüştürülmesine verilen isimdir. Elektrik uygulamalarına bakıldığında uygulanması gereken ilk işlem elektriğin üretilmesi adımıdır. Bunu takiben elektriğin uygun sistemler kullanılarak iletilmesi, dağıtılması ve hidroelektrik santraller gibi yapılarla depolanması yöntemleri gelmektedir. Elektrik enerjisi başlıca termik, hidro ve nükleer kaynaklar tarafından üretilmektedir. Hidro kaynaklara örnek olarak barajlar ve nehirler, termik kaynaklar olarak doğal gaz, taş kömürü, linyit, motorin örnek verilebilir (Özil ve diğerleri, 2013, s.75).

### 2.4. Dünya'da Enerji Kullanımı

Gelişmekte olan ülkelerin sanayi alanında ilerleme çabaları ve hamleleri beraberinde enerjiye duyulan ihtiyacı da arttırmaktadır. İhtiyaç duyulan enerjinin ithalat yolu ile karşılanması, ülkelerin dış borç yükünü arttırmaktadır. Bu durumun engellenmesi, cari açığın düşürülmesi ve temiz enerjinin elde edilmesi adına çeşitli enerji politikaları izlenmektedir. Dünya geneline bakıldığında, ihtiyaç duyulan enerjinin farklı seviyelerde olduğu gözlenmekte olsa da bu enerji ihtiyacının karşılanması adına başvurulan yöntemlerin benzerlik gösterdiği gözlenmektedir. 2017 yılı dünya genelindeki enerji tüketimine bakıldığında, Çin Halk Cumhuriyeti 3.105 Ton Eşdeğer Petrol (TEP) ile lider konumundayken, 21 TEP ile Yeni Zelanda kayıtlı ülkeler arasında sonuncu sıradadır. 2000 yılı verilerine bakıldığında, Çin'in kayıtlı TEP değeri 1.130 olarak gözlemlenmektedir. Bu ve bunun gibi artışların sebebi olarak ekonomik gelişme ve enerjiye duyulan ihtiyacın gelişen teknolojiyle birlikte artışı gösterilmektedir. İhtiyaç duyulan enerjinin %64'lük bir kısmının kömürden elde edildiği, bunu %19 ile petrolün

ve %7 ile elektrik enerjisinin takip ettiği ifade edilmiştir. 2016 ve 2017 verileri karşılaştırıldığında, bir önceki seneye oranla enerji ihtiyacının iki katı miktarda arttığı görülmektedir. 1990 yılından itibaren yapılan incelemeler Şekil 2-1'de gösterilmiş olup genel tablo, Çin'in Milyon Tona Eşdeğer Petrol (Mtoe) cinsinden enerji tüketiminin sürekli artış gösterdiği şekilde gösterilmiştir (Enerdata, 2018).

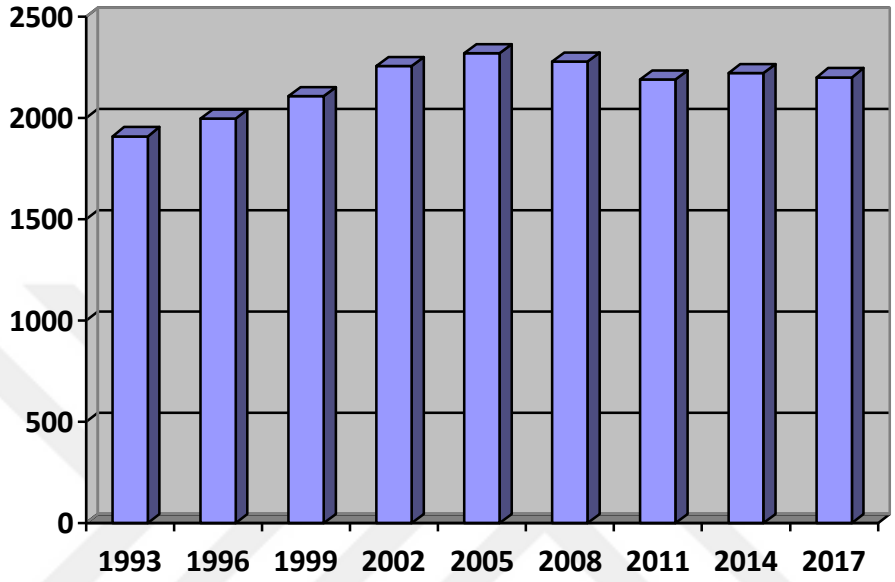



**Şekil 2-1: 1990-2017 Tarihleri Arasında Çin Halk Cumhuriyeti Vatandaşlarının Mtoe Cinsinden Enerji Tüketimi**

**Kaynak:** Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2018, Erişim: 22.01.2019, https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html

Amerika Birleşik Devletleri, enerji tüketimi açısından dünya genelinde ikinci sırada bulunmaktadır. 2017 verileri incelendiğinde tespit edilen TEP değeri 2.201 olarak gözlenmektedir. Buna rağmen Çin'in sürekli artan tablosu ile kıyaslandığında, enerji tüketimini artan bir seyir göstermemektedir. Maksimum tüketime ulaşılan tarih 2007 olup günümüze kadar düzensiz bir düşüş gözlenmektedir. Çin'den farklı olarak, Amerika'nın enerji ihtiyacını karşılamada bir numaralı kaynak %37 ile petroldür. Bunu takiben %29 doğal gaz ve %16 kömür gelmektedir. Amerika Birleşik Devletleri, son iki yılda enerji tüketimi oranını sabit tutmayı başarmış olup bu başarının sebebi olarak

uyguladıkları düşük enerji tüketim politikasını ve enerji verimliliği iyileştirmelerini göstermektedirler (Enerdata, 2018). Amerika Birleşik Devletleri'ne ait enerji tüketim verileri Şekil 2-2'de gösterilmiştir.




**Şekil 2-2: 1993-2017 Yılları Arasında Amerika Birleşik Devletleri Vatandaşlarının Mtoe Cinsinden Enerji Tüketimi**

**Kaynak:** Enerdata Global Energy Statistical Yearbook 2018, Erişim: 22.01.2019, https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html

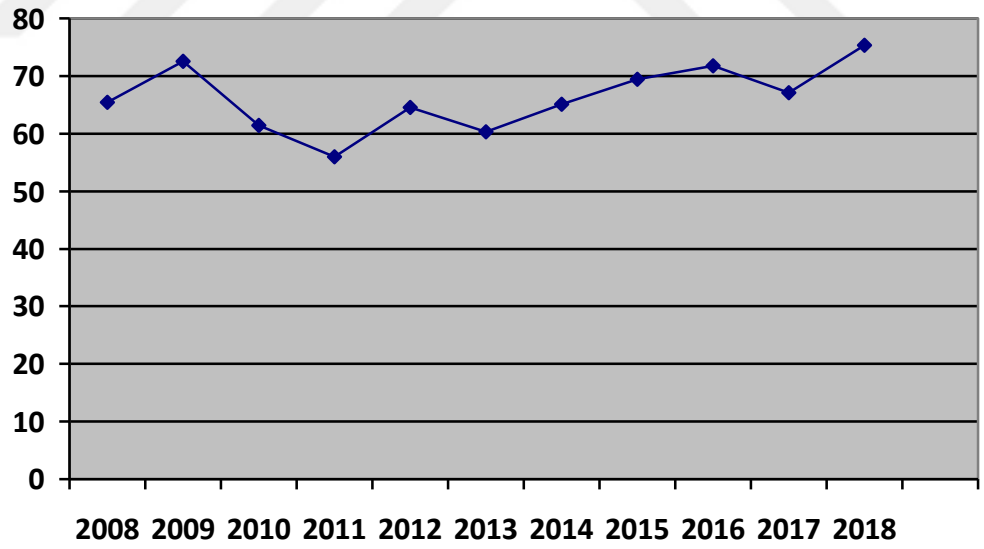
Bunlarla birlikte Norveç, yenilenebilir enerji ile enerji tüketiminin karşılanması konusunda lider konumundadır. 2017 yılı itibari ile Elektrik üretimlerinin %97'sinin hidroelektrik santralleri ve rüzgar enerjisi ile karşılanmakta olduğu bilinmektedir. Norveç'i takiben enerji ihtiyacının %83.1'ini yenilenebilir enerjiden karşılayan Yeni Zelanda ve %82.5'ini karşılayan Brezilya takip etmektedir (Regjeringen, 2016).

2000'li yılların başındaki veriler incelendiğinde, Amerika Birleşik Devletleri'nin 2,269 Mtoe ile enerji tüketimi konusunda lider konumda olduğu görülmektedir. Aynı dönem içerisinde Türkiye verileri incelendiğinde 76 Mtoe'luk bir veriye sahip olunduğu

görülmektedir. Amerika'yı takip eden ülke, 1,330 Mtoe ile Çin olarak gözükmektedir. 2008 yılı verilerinde ise Amerika 2,278 Mtoe ile sekiz yıl boyunca istikrarlı bir kullanım politikası izlediğini göstermiş olsa da, Çin'in değeri sekiz yıl içerisinde 2,155 Mtoe'ye ulaşmıştır. 2008 yılında ölçülen Türkiye değeri 99 Mtoe'dur. 2017 verilerine bakıldığında ise enerji kullanımı Çin'de 3,105 Mtoe'ya varmış, Amerika 2,201 Mtoe'de kısmen sabit kalmış ve Türkiye 152 Mtoe'ya çıkarak on yılda enerji ihtiyacını yaklaşık bir buçuk katına çıkartmıştır (Enerdata, 2017).

### 2.5. Türkiye'de Enerji Kullanımı

Enerji, bir ülkedeki üretim faaliyetlerinin temelini oluşturmaktadır. Enerjinin çeşitli elde edilme yöntemleri bulunmakla birlikte, Türkiye Cumhuriyeti topraklarında bulunan, enerji eldesinin temelini oluşturan fosil yakıtlar, ihtiyaç duyulan enerji miktarını karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Bu durum, ülkenin enerji açısında dışa bağımlı olmasına sebep olmaktadır. 2008 - 2018 yıllarına ait Şekil 2-3'de gösterilen Türkiye verileri incelendiğinde, yapılan ihracatın ithalatı karşılama oranı görülmektedir.

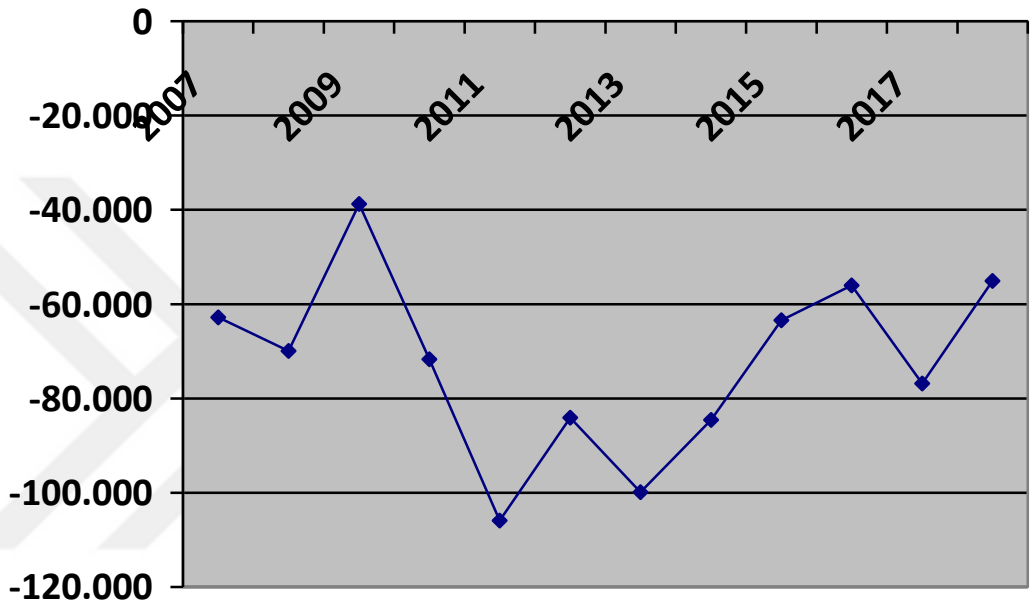



**Şekil 2-3: 2008-2019 Yılları Arasında Türkiye İhracatın İthalatı Karşılama Oranları**

**Kaynak:** T.C. Ticaret Bakanlığı. (2019). Yıllara Göre Dış Ticaret verileri, Ankara. Erişim: 22.01.2019

http://risk.gtb.gov.tr/data/572b3a8a1a79f50cd8a22b1a/1-Yillara%20Gore%20Dis%20Ticaret.pdf

Türkiye Cumhuriyeti'nin gelişmekte olan bir ülke olması, ekonomik anlamda kırılgan bir yapıya sahip olması şeklinde sonuçlanmaktadır. Şekil 2-4 incelendiğinde, yıllar içerisinde Türkiye'nin dış ticaret dengesi görülmektedir. 2008 yılındaki düşüşün sebebi küresel ekonomik kriz kaynaklı olduğu düşünüldüğünde, takip eden süreçte azalma gözlenmiş olsa da, bir kez daha yükselişe geçen cari açık, bir kez daha düşüş göstermiş, 2017 yılını takiben tekrar yükselmeye başlamıştır.




**Şekil 2-4: 2007-2019 Yılları Arasında Türkiye Dış Ticaret Dengesi**

**Kaynak:** T.C. Ticaret Bakanlığı. (2019). Yıllara Göre Dış Ticaret verileri, Ankara. Erişim: 22.01.2019

http://risk.gtb.gov.tr/data/572b3a8a1a79f50cd8a22b1a/1-Yillara%20Gore%20Dis%20Ticaret.pdf

Enerji, gelişmekte olan ülkelerde üretimin devam edebilmesi için önemli bir ihtiyaçtır. Tükettikleri enerjileri karşılayamayan ülkeler, enerji ithalatı yaparak dışa bağımlı bir hale gelmekte ve bu durum ekonomilerindeki cari açığın yükselmesine ile sonuçlanmaktadır. Türkiye'de enerjide dışa bağımlılık oranı %70'dir. Bu anlamda enerji açısından dışa bağımlılığı azaltmak, oluşabilecek çevresel ve ekonomik zararların engellenmesi amacıyla alternatif enerji kaynaklarına yönelmek, Türkiye gibi enerji ithalatçısı ülkeler için önem teşkil etmektedir. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı

Strateji ve Bütçe Başkanlığının yayınlamış olduğu On Birinci Kalkınma Planı (2019, s. 122) Türkiye 2023 hedeflerine bakıldığında, elektrik enerjisine olan talebin %38,8'inin yenilenebilir enerji kaynakları ile karşılanması planlanmakta ve bu hedefe ulaşılabilmesi adına çeşitli yatırımlar ile teşvikler uygulanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar arasında, 34 bin MegaWatt (MW) hidroelektrik, 20 bin MW rüzgar enerjisi, 1.000 MW jeotermal enerji ve 1.000 MW biyokütle enerjisinin üretilmesi adına çalışmalar bulunmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017, s.197).

Türkiye'de, üretilen ve ya ithal edilen enerjinin en yüksek kullanım payı elektrik enerjisinin üretimi sahasında gözlemlenmektedir. 2006-2017 yılları arasındaki elektrik tüketimini gösteren Tablo 2-1 incelendiğinde, elde edilen toplam elektrik enerjisinin yaklaşık %50'lik bir bölümü sanayii çalışmalarında kullanılmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin gelişmekte olan bir ülke olması ve üretim faaliyetleri için de elektrik enerjisine ihtiyaç duyması şeklinde yorumlanmaktadır. On yıl içerisinde hanelerde elektrik kullanım yüzdesindeki düşüşün, elektrik enerjisinin tüketimi konusunda halkın bilinçlenmesi ve tasarruflu ampuller gibi yeni teknolojilerin gelişmesi ve yaygınlaşmasının sonucu olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Tablo 2-1 'de 2006 - 2017 yılları arasında net elektrik tüketiminin sektörlere göre dağılımı görülmekte tabloda diğer olarak belirtilen bölüm hayvancılık, tarım, içme ve kullanma suyu tesisleri, balıkçılık gibi tüketimleri içermektedir (TEDAŞ, 2019).

**Tablo 2-1: 2006-2017 Yılları Arasında Net Elektrik Tüketiminin Sektörlere Göre Dağılımı (%)**

| Yıl | Toplam (GWh) | Mesken | Ticaret | Resmi Daire | Sanayi | Aydınlatma | Diğer |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **2006** | 143.071 | 24,1 | 14,2 | 4,2 | 47,5 | 2,8 | 7,2 |
| **2007** | 155.135 | 23,5 | 14,9 | 4,5 | 47,6 | 2,6 | 6,9 |
| **2008** | 161.948 | 24,4 | 14,8 | 4,5 | 46,2 | 2,5 | 7,6 |
| **2009** | 156.894 | 25 | 15,9 | 4,5 | 44,9 | 2,5 | 7,2 |
| **2010** | 172.051 | 24,1 | 16,1 | 4,1 | 46,1 | 2,2 | 7,4 |
| **2011** | 186.100 | 23,8 | 16,4 | 39, | 47,3 | 2,1 | 6,5 |
| **2012** | 194.923 | 23,3 | 16,3 | 4,5 | 47,4 | 2 | 6,5 |
| **2013** | 198.045 | 22,7 | 18,9 | 4,1 | 47,1 | 1,9 | 5,3 |
| **2014** | 207.375 | 22,3 | 19,2 | 3,9 | 47,2 | 1,9 | 5,3 |
| **2015** | 217.312 | 22 | 19,1 | 3,7 | 47,6 | 1,9 | 5,7 |
| **2016** | 231.204 | 22,2 | 18,8 | 3,9 | 46,9 | 1,8 | 6,4 |
| **2017** | 249.023 | 21,8 | 19,8 | 4,1 | 46,8 | 1,8 | 5,7 |

**Kaynak**: *Türkiye Elektrik İletim A.Ş.* (2017). Türkiye ve Kişi Başına Kurulu Güç Brüt Üretim Arz ve Net Tüketimin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1975-2017). İstanbul.

# 3. ENERJİ KAYNAKLARI

## 3.1. Yenilenemez Enerji

Yenilenemez enerji kaynakları denildiğinde akla gelmesi gereken, oluşumları çok uzun zaman alan, büyük bir kısmı fosil yakıtlardan sağlanan kaynaklardır. Günümüzde, yenilenemez enerji kaynaklarının kullanım oranı dünya genelinde %95'in üzerindedir. Yapılan araştırmalar, önümüzdeki yüz yıl içerisinde bu kömür ve petrol kaynaklı fosil yakıtların tamamen tükeneceğini göstermektedir. Yenilenemez enerji kaynaklarının bir etkisi de, çevreye olan zararlarıdır. Özellikle yenilenemez kaynakların kullanılmasının sonucunda sera gazlarının salınımlarının arttırılması, ozon tabakasına zarar vermektedir. Bu kaynakların bileşenlerinde kükürtlü, azotlu ve karbonlu bileşikler bulmaktadır ve yakıldıklarında atmosfere karbonmonoksit, karbondioksit gibi gazları salarlar. Bu durum, küresel ısınmaya yol açmaktadır. Ayrıca işlem görmelerinin ardından artık madde olarak kalan kül, curüf, radyoaktif atık gibi maddeler de çevreyi kirletici ajanlardır (Koç ve Kaya, 2015, s.36).

### 3.1.1. Kömür'ün Eldesi, Kullanımı, Getirisi, Dünya'da Ve Türkiye'de Durumu

Fosil yakıtlar içerisinde en sık bulunan kaynaklar kömür kaynaklarıdır. Kömür; elektrik üretiminde, demir-çelik ve çimento imalatında, endüstriyel süreçlerde buhar üretmek ve ısınma amacı ile kullanılmaktadır. Kömür; karbon, hidrojen, oksijen ve azottan oluşmaktadır ve içeriğinde kükürt ile bazı farklı mineraller içeren bir yapıya sahiptir. İçerisinde bulunan karbon miktarı arttıkça kömürün kalitesinde de artış gözlenmektedir. Kömürün fiziksel ve kimyasal karakteristiklerine bağlı olarak çeşitli gruplara ayrılması söz konusudur. Kullanıldıkları amaçlarda, süreçlerde ve fiyatlarda değişiklikler meydana gelmektedir.

Enerji üretimi açısından 2017 verilerinin dünya tablosuna bakıldığında %27'lik bir üretimin kömürden gerçekleştiği görülmektedir. Topraklarında kömür bulunduran ve bu kömürleri işleme yeteneğine sahip ülkeler listesinin başında; Çin, Amerika, Hindistan, Endonezya ve Avustralya bulunmaktadır. Dünya genelinde kömür rezervlerinin 323,6 milyar tonu (%31,3) Avrupa-Avrasya ülkelerinde, 424,2 milyar tonu (%41,0) Asya-Pasifik ülkelerinde, 258,7 milyar tonu (%25,0) Kuzey Amerika ülkelerinde, 14,4 milyar ton (%1,4) Afrika-Doğu Akdeniz ülkelerinde ve 14,0 milyar

ton (%1,4) Orta ve Güney Amerika ülkelerinde bulunmaktadır (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu, EPDK 2017).

Kömür, içeriğinde en fazla karbon bulunduran fosil yakıttır ve yakıldıklarında ortaya çıkan karbon bileşiklerinin çevreye yayılması çevre kirliliğinin temel sebepleri arasında gösterilmektedir. Kömürün yakılması süresince ortama salınan sera gazları ve katı partiküller kentlerdeki hava kirliliğini arttırmakta ve insan sağlığını olumsuz etkilemektedir. 1970'lerde meydana gelen petrol krizini takiben kömür tüketiminin ısınma amaçlı olarak kullanılması oldukça azalmış olmasına rağmen, elektrik üretimi amacıyla tüketilen kömür miktarı artış göstermiştir. 1970'li yıllarda ABD'de toplam kömür tüketimi 636 milyon ton iken 2000'li yıllara gelindiğinde 1.418 milyon tonluk tüketim raporlanmıştır. (Özil ve diğerleri, 2013, s.80). Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) 2017 yılı faaliyet raporları incelendiğinde, toplamda elde edilen elektrik miktarının 292,6 milyar kWh olduğu belirtilmiştir. Bu toplamın 97,6 milyar kWh ile %34'lük kısmı kömüre dayalı termik santrallerden gerçekleştirilmiştir. Yerli üretim kömür ile elde edilen üretim 46,39 milyar kWh olarak belirtilirken ithal kömüre dayalı santrallerle elde edilen üretim 51.17 milyar kWh'dır (TKİ Raporu, 2017).

### 3.1.2. Petrol Ve Doğalgaz Eldesi, İşlenişi, Getirisi

Petrol, içerisinde yoğun olarak hidrojen ve karbon bulunan, eser miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt barındıran kompleks bir bileşimdir. Normal şartlar altında katı, sıvı ya da gaz halinde bulunabilmektedir ve gaz halinin adı doğal gazdır. Ham petrol ve doğal gazın ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğundan, hidrokarbon olarak da isimlendirilirler. Sanayileşmiş ülkelere bakıldığında petrolün arzı, enerji üretiminde ve hammadde olarak kullanıldığından, son derece kritik bir noktadadır. Petrol, dünya üzerinde ticareti en yoğun şekilde yapılan meta kabul edilmelidir. Özellikle deniz taşımacılığının tonaj olarak büyük bir kısmı, petrol taşımacılığına ayrılmış durumdadır. Kuyudan çıkartılan ham petrol; petrol, su, çözeltiler ve eriyik halde bulunan bazı gazların karışımı halindedir. Yeraltından çıkartılan petrolün bu şekilde doğrudan kullanılması kısıtlıdır ve ham madde olarak kabul edilir. Petrol, doğrudan yakılabilir halde olsa da asıl değerini rafinasyon sonucu çeşitli yan ürünlerin ortaya çıkması sonucunda kazanır. Bunun sebebi içeriğinde bulunan gazların değerli olması ve piyasada pazarlanabilir olmalarıdır. Daha sonra özel tesislerde istenmeyen maddeler ve ham petrol birbirinden ayrılarak kullanıma hazır hale getirilir. Petrol ürünlerinin

kullanım alanları son derece çeşitlidir. En çok bilineni petrolden elde edilen benzinin araçlarda yakıt olarak kullanılması ve doğal gaz ile evlerin ısıtılmasıdır. Petrol ve türevleri ayrıca plastik sektöründe, ilaç sanayisinde, gıda sektöründe ve enerji dışı diğer alanlarda da kullanılmaktadır (Özil ve diğerleri, 2013, s.150).

Doğal gaz, ana bileşeni metan olan çok sayıda farklı gazların bir araya gelmesinden oluşur. Yer altındaki rezervlerden elde edilir ve özgün bir formülü bulunmamaktadır. Yeraltından çıkarılan doğal gaz, ilk adımda farklı bir çok faz karışımını ve sıvıyı içermektedir. Doğal gaz belli bir takım işlemlerden geçirildikten sonra küresel pazardaki halini alır. Uzak mesafelere taşınabilmesi ve ekonomik olarak pazarlanabilmesi için doğal gaz, -1600°C sıcaklıkta sıvılaştırılabilmektedir. Bu oluşan ara ürüne sıvılaştırılmış doğal gaz ismi verilir. Doğal gaz, ülkeler arası ticarette ya da ülke içi ulaştırmada boru hatları aracılığı ile taşınmaktadır. Bu da aktarılma süresince bir takım kayıpların yaşanmasına sebep olmaktadır. Doğal gazın uzun mesafelerde taşınması aşamasında oluşan kayıplara taşıma kayıpları, bölgesel bazda dağıtım sırasında yaşanan kayıplara ise dağıtım kayıpları denilmektedir. Bu kayıpların önemli bir bölümü ölçüm yapılan andaki sıcaklık ve basınç değerlerindeki oynamalardan kaynaklanan ölçüm farklılıklarıdır (Özil ve diğerleri, 2013, s.155).

2017 verileri incelendiğinde dünya genelinde bulunan toplam petrol rezervinin 1.696,6 milyar varil olduğu belirlenmiştir. Bu rezervlerin % 47,6'lık dilime tekabül eden 807,7 milyar varili Orta Doğu ülkelerinde, %19,5'lik dilime denk gelen 330,1 milyar varili Güney ve Orta Amerika ülkelerinde bulunmaktadır. Geri kalan %13,3'lük dilimi yansıtan 226,1 milyar varil Kuzey Amerika ülkelerinde tespit edilmiştir (Türkiye Petrol Ofisi, TPO 2017).

Petrol fiyatları, çeşitli sebepler ile ani iniş ve çıkışlar yaşamaktadır. Bu iniş çıkışların bir kısmı, sınırlarında bol miktarda petrol ve petrol ürünleri bulunduran ülkelerin kontrolünde olup bazı dönemlerde petrol fiyatlarında dalgalanmalar görülmektedir. Varil üzerinden hesaplanan 2010 yılı ortalama petrol fiyatı $80.20 olup, takip eden yıllarda $113.40, $112, $109.40, $99, $52.40, $43.50, $54.20 rakamları gözlemlenmiştir (SBB, Ekonomik ve Sosyal Göstergeler 2019). 2018 yılı petrol fiyatlarına bakıldığında, varil başına $60.37 ödendiği görülmektedir. Takip eden dönemlerde $76.41'i gören fiyatlar yıl sonu geldiğinde $45.41'e kadar gerilemiştir (EİA Short-Term Energy Outlook, 2019).

Petrol rezervlerini içeren coğrafi bölgeler ülkemiz coğrafyasına yakın konumda bulunmaktadır. Dışa bağımlılığın azaltılması amacıyla Türkiye Petrolleri, denizlerde ve karalarda petrol arama faaliyetlerini devam ettirmektedir.

### 3.1.3. Nükleer Enerji Eldesi, Kullanımı

Nükleer enerji, 1879'lu yıllarda Uranyum'un keşfi ve 1934 yılında parçalanması ile başlayan, tarihe çıkışını askeri çalışmalar ile gerçekleştirip daha sonra ticari bir alana yönelen enerji tipidir. Temelde, atomların parçalanmasının sonucunda ortaya çıkan yüksek miktardaki ısının elektrik enerjisine dönüştürülmesi adına geliştirilen sistemlere dayanmaktadır. Bu sistemlerin yapımı ve kontrolünün sağlandığı kontrol noktalarına nükleer santral ismi verilmektedir ve yapım amaçları nükleer enerjinin güvenli, kontrol edilebilir ve sürdürülebilir şekilde elde edilmesini sağlamaktır. 1960 yılında, Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü (OPEC) Suudi Arabistan, İran, Kuveyt, Irak ve Venezuela önderliğinde kurulmuş ve daha sonra Katar, Libya, Endonezya, Ekvador, Birleşik Arap Emirlikleri, Cezayir, Nijerya, Gabon ve Angola aralarına katılmıştır. 1973 yılında gerçekleşen Mısır ve Suriye'nin İsrail'e karşı başlattığı Arap-İsrail savaşına, Amerika Birleşik Devletleri'nin İsrail tarafında bulunmasını, OPEC ülkeleri'nin; Amerika, Kanada, Birleşik Krallık, Japonya ve Hollanda'ya ambargo uygulaması takip etmiştir. 1973 yılının Ocak ayında varili 2,59 dolar olan petrol fiyatları, 1974 Ocak ayı içerisinde 11,65 dolara yükselmiştir. Bunun sonucunda petrol fiyatları yükselmiş ve ülkeler ekonomik krize girmiştir (Kruse, 2014 s. 33). 1979 yılında gerçekleşen İran-Irak Savaşı'nın sonucunda bir kez daha petrol krizinin gündeme gelmesi, kaynakların düzensiz fiyat artışlarına sebep olmuş ve savaşların sonuçları ile daha fazla ilgilenmemek adına nükleer enerjiye doğru bir yönelme gerçekleşmeye başlamıştır (Tooth, 2006).

Türkiye Cumhuriyeti Devleti'nin önemli bir enerji kaynağı olan doğalgaz enerji ithalatında önemli bir yer tutmaktadır. Geçmiş dönemlerde Rusya'nın komşu ülkeleri ile yaşadığı problemler ve bununla birlikte İran'ın Türkiye'ye gönderdiği gazı azaltması gibi sorunlar da ithalata bağlı enerji politikalarının ortaya çıkarttığı sorunları göstermektedir (Yıldırım ve Örnek, 2007, s.59).

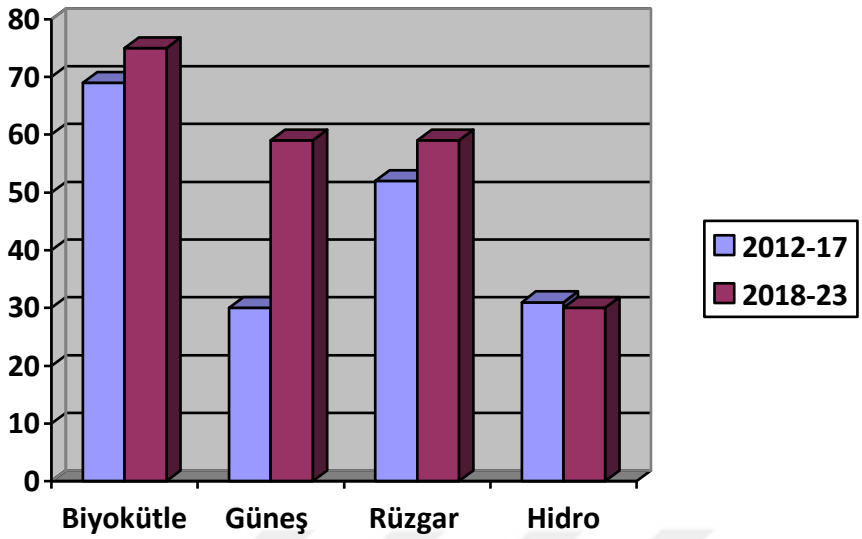
Dünya elektriğinin %11'i, otuz farklı ülkede bulunan nükleer reaktörlerden elde edilmektedir. 2019 Ocak ayı itibariyle, altmış reaktörün yapımları devam etmektedir ve hizmete girmeleriyle birlikte elektrik üretiminin %16'a varacağı tahmin edilmektedir.

2017 verilerine göre nükleer enerji ile elektrik üretiminde lider durumunda bulunan ülkeler; 805 Terawatt-saat (TWh) ile Amerika Birleşik Devletleri ve 379 TWh ile Fransa'dır. Fransa'nın, elektriğinin %75'ini nükleer enerjiden elde ettiği bilinmektedir. (World Nuclear, 2018).

Türkiye'de nükleer enerji santralleri kurulma aşamasında olup, 2023 yılına kadar Akkuyu ve Sinop nükleer santrallerinin ilk ünitelerinin işletmeye alınması ve üçüncü bir santralin daha kurulumuna başlanması planlanmaktadır.

### 3.2. Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji (YEN), devam eden doğal bir sürecin sahip olduğu enerji akışından elde edilen enerji olarak tanımlanmaktadır. YEN kaynakları sınırsızdır, bu da fosil yakıtların aksine tükenme risklerinin olmaması anlamına gelmektedir. YEN kaynakları çevre dostudur, atmosferde bulunan karbondioksit seviyesinin yükselmesine sebep olmaz. YEN kaynakları yerli ve doğal kaynaklardır. Bu durum enerji ithalatını azaltarak milli ekonominin gelişmesine ve cari açığın düşmesine katkı sağlamaktadır (Çelikkaya, 2017, s.52). Günümüzde aktif bir şekilde kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal enerji, hidrolik enerjisi, biyokütle enerjisi ve hidrojen enerjisi bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji uygulamaları son yıllarda özellikle güneş panelleri, rüzgar türbinleri ve hidroelektrik santralleri ile enerji sektöründe büyük bir yere sahip olmuştur. Buna rağmen elektriğin toplam enerji tüketiminin sadece yarısını oluşturduğu, ulaşım ve ısınma teknolojilerinde de kritik adımların atılması gerektiği çeşitli raporlarda belirtilmiştir (IEA, 2018). Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynakları kullanılarak elde edilen enerji miktarları ve gelecekte elde edilmesi beklenen enerji miktarları Şekil 3-1'de gösterilmiştir.

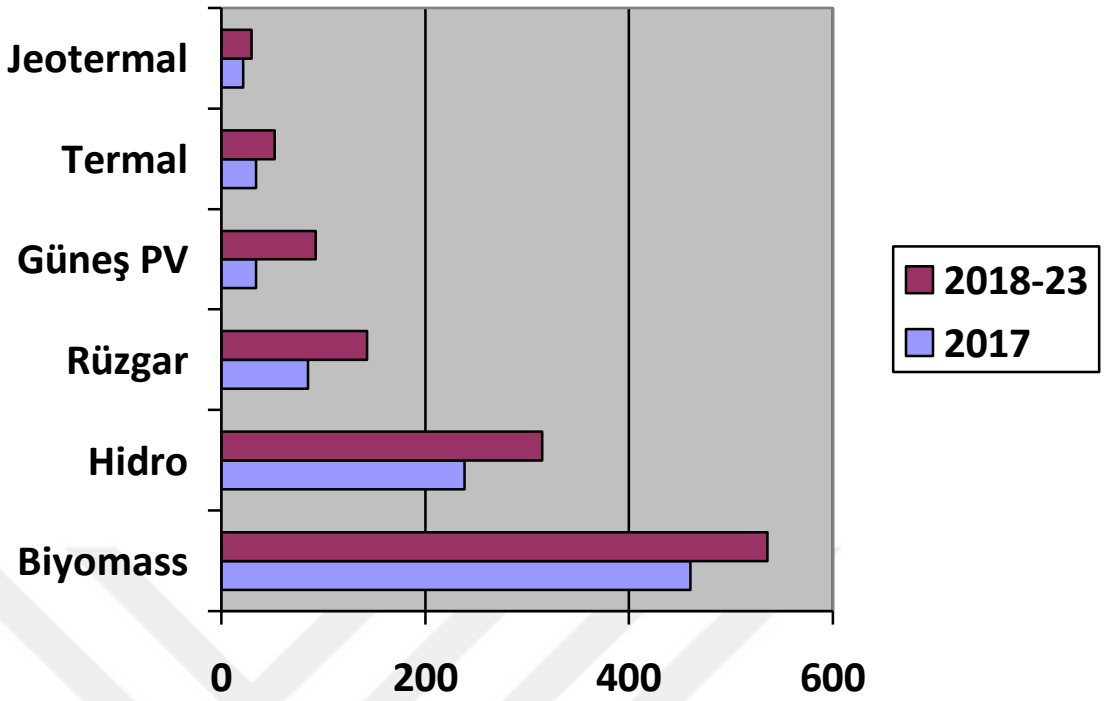



**Şekil 3-1: Yenilenebilir Enerji Kullanılarak Elde Edilen Ve Elde Edilmesi Beklenen Toplam Enerji Miktarları**

**Kaynak:** IEA (2018). Renewables. Erişim: 25.03.2019, https://www.iea.org/renewables2018/

Yenilenebilir enerji dünya elektrik üretiminde önemli bir yere sahiptir. Toplam küresel elektrik üretiminin %24'ü yenilenebilir kaynaklardan elde edilmektedir. Bu oranın %16'sını hidroelektrik santralleri, %6 sını rüzgar enerjisi, %3'ünü biyoenerji, %4'ünü fotovoltaik güneş sistemlerinden sağlanmaktadır (IEA, 2018).

Uluslarası Enerji Ajansı (International Energy Agency, IEA) 2023 yılı tahminlerine göre, yenilenebilir enerji tüketiminde en büyük artış elektrik sektöründe gözlenecek ve Şekil 3-2'de görüldüğü gibi global elektrik enerjisinin %70'i bu şekilde gerçekleştirileceği düşünülmektedir. Yenilenebilir ısı payında mütevazı bir artış öngörülmekte olup, toplam ısı talebindeki büyümenin ekonomi ve nüfus artışından kaynaklanması beklenmektedir. En az büyüme payı ulaşım sektöründe beklenmektedir ve bu durum petrol ürünlerinin devam eden tüketimine dayandırılmaktadır (IEA, 2018).




**Şekil 3-2: Yenilenebilir Enerji Kullanımına Ait 2023 Yılı Tahminleri (Mtoe)**

**Kaynak:** IEA (2018). Renewables. Erişim: 25.03.2019, https://www.iea.org/renewables2018/

2015 yılında ABD tarafından açıklanan temiz enerji planına göre, elektrik santrallerinin sebep olduğu karbon gazı salınımının on beş yıl içerisinde üçte bir oranında azaltılması hedeflenmektedir (United States Environmental Protection Agency, USEPA, 2015). Bununla birlikte kömüre olan desteğin süreceğinin açıklanması, enerjiye olan arz talep politikalarında yapılacak olan değişikliklerin uzun vadeli olacağını göstermektedir. Avrupa Birliği'ne üye ülkeler ise 2050 yılına kadar karbon temelli enerji üretiminden tamamen kurtulmayı hedeflemektedir. Bu açıdan üye ülkelerin 2020 yılına kadar enerji tüketimlerinin %20'sinin yenilenebilir enerjiden elde edilmesi hedeflenmiştir (Jacobsson, 2009, s.2143).

### 3.2.1. Hidroelektrik Santralleri, Kullanımı, Artılar Ve Eksileri

Hidrolik enerji suyun akışı ve düşüş hızı sayesinde elde edilen bir enerji çeşidi olarak tanımlanmaktadır. Temelinde akmakta olan suyun potansiyel enerjisinin, elektrik

enerjisine dönüştürülmesi mantığına dayanmaktadır. Yaygın bir kullanım şekli olarak, nehirler üzerine barajlar inşa ederek suyu rezervuarlarda biriktirmek, biriken suyun sahip olduğu potansiyel enerjiden yararlanarak türbinlerde elektrik enerjisi üretilmesidir. Bu amaçla hidroelektrik santralleri kurulmaktadır (HES) (Güneş, 2014, s.29).

Çok büyük miktarlardaki su kütleleri, deprem riskleri, kapladıkları alan ve ortaya çıkan sosyolojik problemler açısından sorunlar yaratma riski taşısalar da, ülkeler açısından fayda/zarar analizlerinin dikkatli yapılması gerekmektedir. HES ve çevre ilişkileri incelendiğinde iki önemli rapor ve anlaşma bulunmaktadır. Bunlardan ilki Çevresel Etki Değerlendirme (ÇED) raporu ve diğeri de Su Kullanım Hakkı Anlaşması'dır. ÇED raporları, yatırımların yapılacağı arazilerin incelenerek çalışmaların yapılacağı arazide çevreye ve doğal yaşama karşı gelebilecek zararlara karşı önlemler almayı içermektedir. Su Kullanım Hakkı anlaşması ise HES projelerinin kurulması, işletilmesi için Devlet Su İşleri (DSİ) ile yapılan anlaşmaları ifade etmektedir. HES kurulumunda; planlama, yapım, işletme ve eşgüdüm aşamalarında sorunlarla karşılaşılabilir. Planlama aşamasında kullanılacak akarsuyun çevresel boyutu göz önüne alınmalı ve doğal yaşamı etkilemeyecek şekilde uygulamaya geçirilmelidir. Yapım aşamasında kullanılan dinamitlerin, orman tahribatlarının en aza indirilmesi gerekmektedir. İşletmeye geçirildikten sonra sucul ekosisteme zarar gelmeyecek şekilde uygulamaların yapılması ve planlamalara uygun gidilmediği taktirde eşgüdüm sorunları yaşanabilmektedir (Yaman, 2017, s.145).

Hidrolik enerji, 2016 yılı verilerine göre dünya elektrik üretimindeki yenilenebilir enerji kaynaklarından lider konumunda olanıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının %71'i ve tüm elektrik üretiminin bakıldığında %16,4'lük payına sahiptir. Hidrolik enerjiyi en çok kullanan ülkeler arasında Çin, Amerika, Brezilya, Kanada, Hindistan ve Rusya bulunmaktadır. Türkiye'de Linyit'den sonra en çok enerji eldesi, hidrolik enerjiden sağlanmaktadır. 2017 verileri incelendiğinde, 58,2 milyar kWh elektrik üretildiği görülmektedir. Teoride, Türkiye'nin hidrolik enerji potansiyeli 433 milyar kWh olup teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel ise 140 milyar kWh/yıl olarak belirtilmiştir (World Energy Council, WEC 2016; Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, EİGM, 2017).

### 3.2.2. Biyokütle Kullanımı

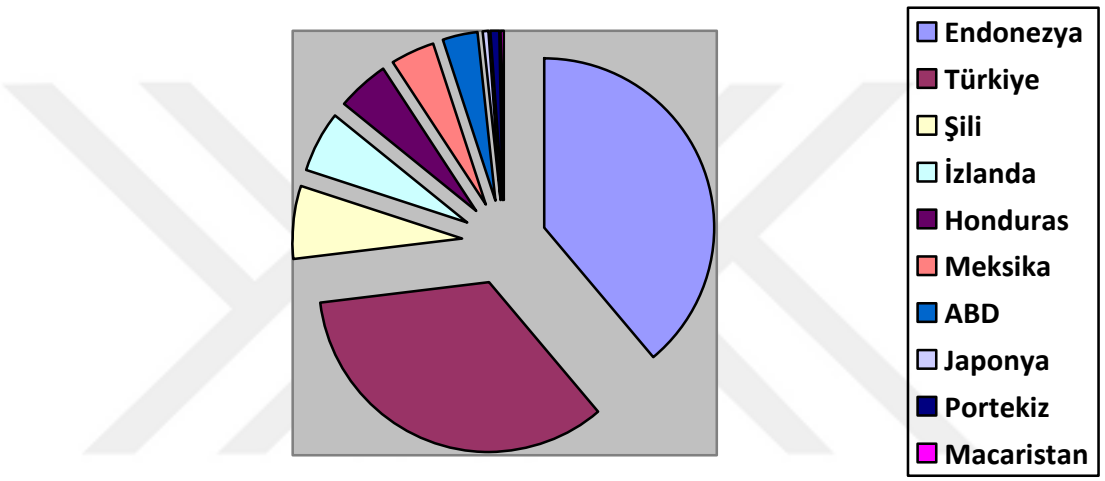
Biyokütle, çeşitli canlı türlerinden oluşan bir toplumun, belli bir zaman içerisinde sahip olduğu toplam kütle olarak tanımlanabilmektedir. Biyokütle enerjisi, bitkisel ve ya hayvansal kaynaklardan elde edilebilmektedir. Biyokütlenin biyokimyasal ya da termakimyasal süreçlerden geçerek oluşturduğu ürünler; biyogaz, biyoetanol, sentetik gaz ve biyodizel olarak belirtilmektedir. Biyoetanol, yakıtların içerisindeki oksijen miktarını arttıran ve yakıtların daha verimli yanmasını sağlayan, ortaya çıkan zararlı gazların etkilerini azaltan bir üründür. Fosil yakıtlar yakıldıklarında serbest kalan karbon atomları atmosferdeki karbon miktarını arttırmaktadır. Bunun sebebi, sahip oldukları karbon atomlarının yer altından çıkıp atmosfere karışmasıdır. Oysa biyokütlenin yakılması sonucunda ortama salınan karbonlar doğada hali hazırda bulunan karbon atomlarıdır. Bu da atmosferde bulunan karbon atomlarında bir artışa sebep olmamaktadır. 2017 verilerine bakıldığında Amerika Birleşik Devletleri'nde birincil enerji ihtiyacının %5'i biyokütleden elde edildiği gözlenmiştir (Energy Information Administration, EİA, 2019). Türkiye'nin biyokütle atık potansiyelinin yaklaşık 8,6 Mtoe ve üretilebilecek biyogaz miktarının 1,5-2 Mtoe olduğu tahmin edilmektedir (EÜAŞ Raporu, 2019).

### 3.2.3. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, Dünya'nın çekirdeğinde bulunan sıcaklıktan dolayı sahip olduğu enerji çeşitidir. Dünya'nın merkezinde çekirdek sıcaklığına bağlı olarak oluşan buhar ve sıcak sular evlerin ısıtmalarında ya da elektrik üretmede kullanılabilmektedir. Jeotermal enerjinin yenilenebilir bir enerji olarak kabul edilmesinin sebebi, yağmur gibi hava olaylarını takiben suların toprak altında birikmesi, dünyanın çekirdek sıcaklığına bağlı olarak bu suların tekrar ısınmaları ve döngünün tekrarlanmasıdır. Jeotermal enerjiden direkt olarak ısıtıcı olarak faydalanabilen ülkelerin sayısı kısıtlıdır.

Türkiye sınırları içerisinde incelendiğinde, jeotermal kuyuların açılması için gereken sondaj sayısının yeterli olmadığı görülmektedir. Bu durum jeotermal alanların kapasitelerinin tam olarak kullanılmasını engellemektedir. Jeotermal enerji, kömür madenleri gibi tükenebilen enerji kaynakları olmaması gerekçesi ile yüksek enerji potansiyeli içermektedir. Rezervuar sınırlarının belirsizliği, aynı rezarvuar üzerinden birden fazla yatırımcıya ruhsat verilmesi teknik ve hukuki sorunlara yok açmaktadır (TMMOB, 2016).

2017 verilerine göre Çin ve Türkiye, jeotermal enerjiden doğrudan ısıtıcı güç üretmekte Dünya genelinde %80'lik bir paya sahiptir (International Energy Agency, IEA 2018). Jeotermal enerji üreten ülkelere bakıldığında Çin, 2017 verilerine göre yılda 4,18 Mtoe, Amerika, 3,26 Mtoe ve Türkiye 1,28 Mtoe'lik enerji üretimine sahiptir. Ülkelerin sahip oldukları jeotermal potansiyeller incelendiğinde, Endonezya tüm Dünya'daki jeotermal kaynakların %39'unu topraklarında barındırmaktadır. Şekil 3-3'de görüldüğü gibi Endonezya'yı takiben %34 ile Türkiye, %7 ile Şili takip etmektedir (WEC, 2017).




**Şekil 3-3: Ülkelerin Jeotermal Güç Potansiyellerinin Daire Grafiğinde Gösterilmesi**

**Kaynak:** World Energy Council Geothermal (2017). Erişim Tarihi: 05.05.2019, https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/geothermal

Türkiye, jeolojik ve coğrafi konumu gereği aktif bir tektonik kuşak üzerinde yer almaktadır ve bu durum, jeotermal enerji gereksinimi açısından faydalıdır. Şekil 2-7'de gördüğü üzere yaklaşık 1.000 adet doğal çıkışa sahip değişik sıcaklıklarda jeotermal kaynaklar Türkiye topraklarında bulunmaktadır. Türkiye'nin jeotermal potansiyeli yüksek olup, bu potansiyelin %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu'da ve %1'i diğer bölgelerde yer almaktadır. Şekil 3-4'de Türkiye topraklarında bulunan jeotermal alanlar gösterilmektedir. Jeotermal kaynakların %90'ı düşük ve orta sıcaklıkta olduğundan ısıtma, termal turizm, mineral eldesi gibi alanlarda kullanılmaya uygun olduğu belirtilmiştir. %10'luk potansiyel ise elektrik enerjisi üretimi gibi dolaylı uygulamalar için uygun olduğu belirtilmiştir (Akın, 2016, s.100).




**Şekil 3-4: Türkiye'de Nanotektonik-Volkanik Alanların Etkinliği Ve Jeotermal Alanlar**

**Kaynak:** Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, 2019, Erişim Tarihi: 05.05.2019 http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita.

### 3.2.4. Rüzgar Enerjisi

Rüzgar enerjisi doğal, yenilenebilir, temiz ve güneş kaynaklı bir enerji çeşididir. Güneş tarafından gönderilen ışınların %1-2 gibi bir miktarı atmosferde rüzgar enerjisine dönüşmektedir. Bu durum güneşin yeryüzünün her bölgesini eşit derecede ısıtamaması ve buna bağlı olarak sıcaklık ve basınç farklarının oluşması ile gerçekleşmektedir. Bir hava kütlesi mevcut durumdan daha da ısınırsa atmosferin yukarısına doğru yükselir ve bu hava kütlesinin yerine onun kadar sıcak olmayan soğuk bir hava kütlesi yerleşir. Bu hava kütlelerinin yer değiştirme durumlarına rüzgar ismi verilmektedir. Rüzgarlar yüksek basınç alanlarından alçak basınç alanlarına doğru akarken; dünyanın kendi ekseni etrafında dönmesi, yüzey sürtünmeleri, ısı yayılımı, arazinin topografik yapısı ve farklı atmosferik olaylardan şekillenmektedir. Rüzgar, hız ve yön olmak üzere iki unsur ile ifade edilirken hızı yüksek bölgelerde artmakta ve teorik gücü de hızın küpü ile orantılı olarak değişmektedir (Ömürgönülşen, 2016, s.79).

Rüzgar türbinleri rüzgar enerji santrallerinin temel elemanıdır. Hareket halindeki havanın kinetik enerjiden mekanik enerjiye ve sonrasında da elektrik enerjisine dönüştüren makinelerdir. Yatay eksenli va da düşey eksenli olarak imal edilmektedirler. Türkiye'de teknolojik gelişmelere paralel olarak 1-6 MW gücünde yatay eksenli rüzgar

türbinleri kullanılmaktadır. Emisyon oluşturmamaları, doğal kaynakların tüketmemeleri, küresel ısınmaya, asit yağmurlarına sebep olmamaları gibi etkenler, rüzgar enerjisini çevreye duyarlı bir enerji kaynağı yapmaktadır. Öte yandan yakın çevreye verilen gürültü, TV ve radyo yayınlarıyla olan etkileşimleri, kuşlara yarattıkları tehlikeler bilinen zararlı çevresel etkileridir. Türkiye 2016 yılında gerçekleştirdiği 1.387 MW'lik kurulu güç ile Avrupa rüzgar sektöründe ilk üçe, dünya genelinde ise yedinci sırada bulunmaktadır (Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği, TÜREB 2019). Türkiye'nin hesaplanan rüzgar enerjisi potansiyeli 88 bin MW civarında olup bu potansiyel çoğunlukla Ege, Doğu Akdeniz ve Marmara bölgelerinde bulunmaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017, s.197). Türkiye'de bulunan işletmedeki rüzgar elektrik santralleri haritası Şekil 3-5'de verilmiştir.




**Şekil 3-5: Türkiye'de Bulunan Işletmedeki Rüzgar Elektrik Santralleri**

**Kaynak:** Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2017, Erişim Tarihi: 05.05.2019 http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita.

### 3.2.5. Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinin kullanımı, oldukça eski tarihlere dayanmaktadır. İnsanlık yüz yıllardır Güneş'in sıcaklığını ısınmak, yiyeceklerini kurutmak gibi sebeplerden kullanmaktadır. Günümüze bakıldığında ise artık Güneş'in ışınlarını ve ısısını depolayarak bunları elektrik enerjisine dönüştürecek sistemler geliştirilmiştir. 1830'lu yıllarda İngiliz bir astronom olan John Herschel, Afrika seferinde yemeklerini pişirmek

için güneş ocağı kullanmıştır (Wentzel ve Pouris, 2007, s.1910). Güneş enerjisinin depolanması ve bu enerjinin elektriğe dönüştürülmesi için kullanılan cihaza Fotovoltaik Hücreler (Photovoltaic, PV) ismi verilmektedir. PV, güneş ışınlarını doğrudan elektriğe dönüştürebilmektedir. Hareketli mekanik parçaları bulunmaz, bakımları kolay ve uzun ömürlüdür. Güneş enerjisi, PV'nin kalitesine göre %5 ile %20 arasında bir verimle elektriğe dönüştürülebilmektedir (Kılıç, 2015, s.28).

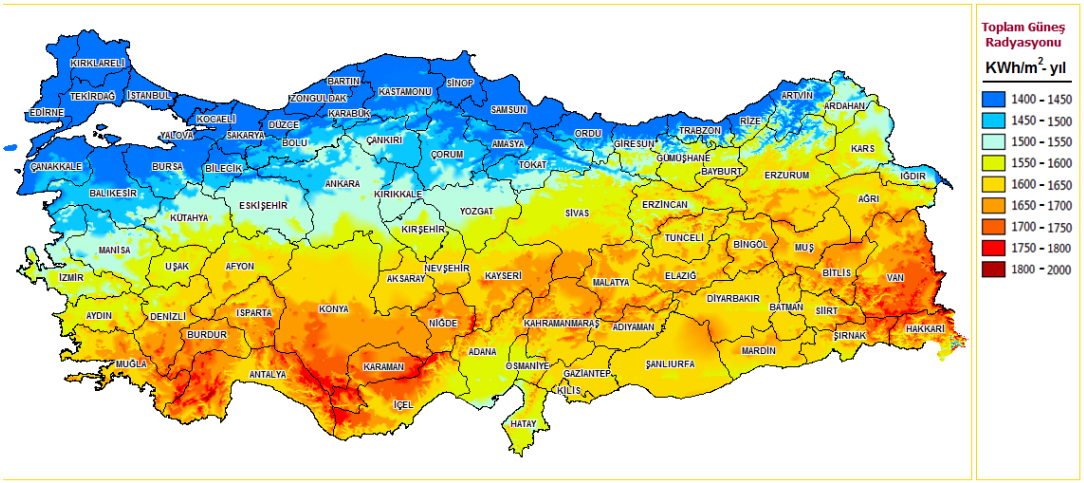
Güneş Enerjisi, gelecekteki karbon emülsiyonunun düşürülmesi ve devamlı bir enerji kaynağının oluşturulması açısından da önemlidir. 2015 yılı verilerine bakıldığında Dünya genelinde üretilen elektriğin %1'inin güneş enerjisi ile elde edildiği raporlanmıştır. Tablo 3-1 'de incelendiğinde Güneş enerjisinin kullanımında lider konumunda olan ülkelerin; Çin, Amerika, Hindistan, Japonya ve Türkiye olduğu görülmektedir (IEA, 2018).

**Tablo 3-1: 2017 Yılı Dünya Yenilenebilir Enerji Liderleri.**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Yenilenebilir Enerji'ye Yatırım** | Çin | Amerika | Japonya | Hindistan | Almanya |
| **Jeotermal Enerji Kapasitesi** | Endonezya | Türkiye | Şili | İzlanda | Honduras |
| **Hidro Enerji Kapasitesi** | Çin | Brezilya | Hindistan | Angola | Türkiye |
| **Güneş PV Kapasitesi** | Çin | Amerika | Hindistan | Japonya | Türkiye |
| **Rüzgar Enerjisi Kapasitesi** | Çin | Amerika | Almanya | Birleşik Krallık | Hindistan |
| **Güneş Enerjisi ile Su Isıtma Kapasitesi** | Çin | Türkiye | Hindistan | Brezilya | Amerika |
| **Biyodizel Üretimi** | Amerika | Brezilya | Almanya | Arjantin | Endonezya |
| **Etanol Üretimi** | Amerika | Brezilya | Çin | Kanada | Tayland |

**Kaynak:** IEA, 2018. *Renewables 2018.*

Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası'na (GEPA) göre, Türkiye'nin yıllık güneşlenme süresi 2.741 saat ve yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m².yıl olduğu tespit edilmiştir ve en çok güneş alan bölgeler Şekil 3-6'da belirtilmiştir (GEPA, 2019). Türkiye'de 2017 yılı sonu itibari ile toplam kurulu güneş ışığı toplama sahası yaklaşık 20 milyon m²'ye ulaştığı ve 823.000 TEP ısı enerjisi ürettildiği belirlenmiştir. 2017 yılında güneş enerjisinden 2,9 milyar kWh elektrik üretilmiştir. 2018 Haziran ayı sonu itibarıyla lisanssız 4.703 MW, lisanslı 23 MW olmak üzere toplam PV güneş enerjisi santrali kurulu gücü 4.726 MW olarak belirtilmiştir. (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi, TEİAŞ, 2018).




**Şekil 3-6: Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası**

**Kaynak:** Kaynak: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, 2017, Erişim Tarihi: 05.05.2019 http://www.mta.gov.tr/v3.0/hizmetler/jeotermal-harita.

### 3.2.6. Hidrojen Enerjisi

Hidrojen yeryüzünde en çok bulunan, en temel elementtir. Atomunu oluşturan parçalarda tek bir proton ve tek bir elektron bulunmaktadır. Bu basit yapısına rağmen hidrojen hiçbir zaman tek bir atom halinde bulunmaz, her zaman iki hidrojen atomunun bir araya gelmesiyle oluşmuş bir bileşik olarak bulunmaktadır. Hidrojen enerjisinde moleküler düzeydeki hidrojen kullanıldığından, dönüştürülmeleri için yakıt hücreleri kullanılmaktadır. Hidrojen, birçok organik yapıda bulunmaktadır, örnek olarak petrol, methanol, propan, doğal gaz gibi hidrokarbonlar verilebilir. Hidrojen elementi yüksek miktarlarda enerjiye sahip olmasına rağmen hidrojenin yakılmasında kullanılan teknolojinin çevreye olan zararı neredeyse sıfıra yakındır. Amerika Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (National Aeronautics and Space Administration, NASA), 1970'li yıllardan beri sıvı hidrojeni uzay araçlarının fırlatılmasında kullanmaktadır (Selverston ve diğerleri, 2016, s.674).

Yakıt hücreleri, yanma reaksiyonu olmadan ekonomik, sessiz ve çevreye zararsız bir biçimde, herhangi bir ara eleman kullanmadan kullanılan yakıtın kimyasal enerjisini, elektrik ve ısı enerjisine dönüştürebilen güç elemanlarıdır. Hidrojenden, bu yakıt hücreleri kullanılarak enerji elde edilebilmektedir. 1 kg hidrojen 2,1 kg doğal gaz

veya 2,8 kg petrolün sahip olduğu enerjiye sahip olduğu belirtilmektedir (IEA Hydrogen, 2017).

### 3.2.7. Dalga Enerjisi

Dünya yüzeyinin farklı derecelerde ısınması ve soğuması sonucunda oluşan rüzgarların deniz yüzeyinde esmesiyle meydana gelen hareketlere dalga ismi verilmektedir. Coğrafi konuma bağlı değişiklikler olsa da, ortalama günlük güneş enerjisi akışının 100 $W/m^2$ olduğu belirtilmiştir. Güneş enerjisinin denizlerin sadece yüzeyinde etkili olabildiği göz önünde bulundurulduğunda, ideal şartlarda 1kW'lık elektrik üretimi için 10 metre karelik bir alan gerekmektedir. Rüzgar enerjisi kullanıldığında ise aynı miktarda elektrik üretimi için gereken alanın iki metre kare olduğu belirtilmiştir. Dalga enerjisinin kullanımı, güç kaynağının sonsuz olması, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltması, tuzlu suyun tatlı suya çevrilip ihtiyaç bölgesine pompalanması, kıyıların korunması gibi faydaları beraberinde getirmektedir (Astariz ve Iglesias, 2015, s.397).

Dünya genelinde toplam dalga enerjisi potansiyeli yılda 29.500 Terawatt saat olarak raporlanmıştır (Rusu ve Onea, 2016, s.687). Buna rağmen henüz tam teşekkülü bir dalga enerjisi çiftliğinin olmaması bu enerjinin tam olarak kullanılmasına engel olmaktadır. Başarılı bir dalga enerjisi sisteminin kurulması durumunda 2050 yılında Avrupa'nın elektrik ihtiyacının %50'sinin karşılanabileceği öngörülmektedir. Bu durumun gerçekleşmesi ise 2022-2040 yılları arasında dalga teknolojilerinin geliştirilmesine bağlı gözükmektedir (International Renewable Energy Agency, IRENA 2014).

### 3.2.8. Enerji Depolama

Çeşitli kaynaklardan elde edilen enerjinin istenildiği zaman, istenildiği yerde kullanılabilmesi beklenir. Enerjinin bulunduğu kaynaktan başka bir bölgeye taşınması ise dağıtım olarak tanımlanmaktadır. Bu elde edilen enerjinin, istenildiği zaman kullanılabilmesi adına belli bir süre boyunca bir bölgede saklanması olayı ise depolamadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, yenilenemez enerji kaynakları ile karşılaştırıldığında depolama ve dağıtım açısından farklı ihtiyaçlar göstermektedir.

Depolama işlemleri kullanım alanlarına ve depolanan enerji türüne göre değişiklik gösterir. Örnek olarak arbitraj uygulamasında enerjinin düşük ücretli olduğu

dönemlerde depolanıp, fiyatların arttığı dönemlerde satışının yapılması gösterilebilir. Bir diğer depolama sistemi olarak da mevsimsel depolama bulunmaktadır. Bu depolama sistemi özellikle hidro elektrik santrallerinde kullanılmaktadır. Elektrik enerjisinin depolanmasından bahsedildiğinde bu işlem beş farklı sistem ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu sistemler mekanik, termal, kimyasal, elektrokimyasal ve elektriksel sistemler olarak ayrılmaktadır.

Elektriğin depolanması fikri yeni bir fikir olmasa bile ihtiyaç duyulan teknolojinin geliştirilmesi birkaç yıl öncesine dayanmaktadır. Elektrik, tek başına depolanamamaktadır ancak daha sonra elektriğe dönüştürülmek üzere alternatif bir enerji biçimine dönüştürülebilmektedir. Elektrik pilleri, dinamik enerji depolama, sıkıştırılmış hava yöntemleri ve pompaj depolamalı hidroelektrik santralleri (PDHES) elektrik depolama sistemlerindendir. Son yıllarda PDHES dünya genelindeki elektrik depolamasının %95'ini karşılamaktadır. Sıkıştırılmış Hava ile enerji depolamak için gereken santraller Almanya ve Amerika'da bulunmaktadır ve Birleşik Krallık'ta da bir santral yapımı devam etmektedir (WEC, 2017).

Türkiye'de 2005 yılında Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel müdürlüğü tarafından ilk kez PDHES çalışmalarına başlanmış ve bu amaçla on yedi adet elektrik santral raporu hazırlanmıştır. Yapılan çeşitli araştırmaların sonucunda alt rezervuarları Gökçekaya Barajı ve hidroelektrik santral olan Gökçekaya PDHES ve Altınkaya PDHES'in tasarımları yapılmıştır. Şubat 2014 tarihinde resmi olarak Gökçekaya PDHES için çalışmalar başlanmıştır (Ünver ve diğerleri, 2015, s.57).

# 4. ENERJİ EKONOMİSİ

Enerji, gelişen ekonomilerin en önemli unsurlarından biridir. Enerjinin üretilebilmesi ve işlenebilmesi için farklı yöntemler bulunmaktadır. Ülkeler, çeşitli durumlardan kaynaklanan sebeplerle enerji ithalatı ya da enerji ihracatı yapmak durumunda kalabilmektedirler. Bu duruma örnek göstermek gerekirse, Suudi Arabistan'ın coğrafi konumundan kaynaklanan petrol rezervlerinden bahsedilebilir.

Bir ülke, kişi başına düşen enerji miktarını karşılayıp, bunun üzerine hala kaynaklarından bol miktarda bulundurabiliyorsa ihtiyacı olan ülkelerle ihracat yapabilmektedir. Bu durum ülkenin ekonomisine pozitif anlamda katkı sağlayacaktır. 2017 yılı elektrik ihracat rakamlarına bakıldığında, Almanya'nın 3.2 milyar dolarlık bir ihracat yaptığı gözükmektedir. Bu rakam, dünya genelindeki elektrik ihracatının %10.4'lük bir dilime eşittir. Almanya'yı takiben 2.8 milyar dolar ile Fransa, 2.4 milyar dolar ile Kanada gelmektedir. Bir başka örnek olarak ham petrol ihracatından bahsedilebilir. 2017 verilerine bakıldığında Suudi Arabistan, 133.6 milyar dolarlık ham petrol ihracatı ile dünya petrol ihracatının %15.9'luk bir dilimini kaplamıştır. Suudi Arabistan'ı takiben 93.3 milyar dolar ile Rusya izlemektedir ve ardından 61.5 milyar dolar ile Irak gelmektedir (World's Top Exports, WTEx 2017).

Bir diğer açıdan bakıldığında, enerjisini üretmek için yeterli kaynağı bulunmayan ülkelerin enerji ithalatları ile karşılaşılmaktadır. Enerji ithalatının sebepleri arasında ülkenin coğrafi konumunun uygun olmaması, enerji üretimi için gereken santrallerin kurulumunda kullanılacak teknolojinin ülkede temin edilememesi gibi durumlar yer almaktadır. 2017 yılı ham petrol ithalat rakamlarına bakıldığında, 162.2 milyar dolarlık bir servet ile Çin lider konumundadır. Bu ithalatın 23.7 milyar doları Rusya'dan, 20.5 milyar doları Suudi Arabistan'dan, 19.8 milyar doları Angola'dan gerçekleşmektedir. İkinci sırada, 139.1 milyon dolarlık ithalat rakamıyla Amerika Birleşik Devletleri yer almaktadır. Bu ithalatın 53.3 milyon doları Kanada'dan, 18.2 milyon doları Suudi Arabistan'dan gerçekleşmektedir (WTEx 2019). Kömür ithalatında ilk sırada yer alan ülke 22.9 milyon dolar ile Japonya'dır. Bu rakamın 14.3 milyon

doları Avustralya'dan, 2.9 milyon doları Endonezya'dan ve 2.1 milyon doları Rusya'dan gerçekleşmektedir. İkinci sırada dünyanın enerji devlerinden olan Çin yer almaktadır. 18.5 milyar dolarlık kömür ithalatının 9.8 milyar dolarlık bölümü Avustralya'dan, 2.5 milyon doları Endonezya'dan ve 2.23 milyon doları Rusya'dan gerçekleşmektedir. Dünya kömür ithalatı verileri incelendiğinde sekizinci sırada, 3.9 milyar dolarlık ithalat ile Türkiye yer almaktadır (WTEx, 2018).

Enflasyon, paranın sürekli değerinin artması ya da azalması şeklinde tanımlanır (Yıldırım ve diğerleri, 2009, s.372). Bu açıklama, enflasyonun nedenleri ve etkileri hakkında bilgi vermemektedir. Gelişmekte olan ekonomilerde enflasyonun nedenleri iki ayrı yaklaşımla açıklanmaya çalışıldığı görülmektedir. Bu yaklaşımlardan ilki, enflasyonu para miktarının seviye değişimine bağlayan parasalcı yaklaşımdır. Diğer bir yaklaşım ise enflasyonunun ana sebebinin ekonomik yapıdan kaynaklandığını düşünen yapısalcı yaklaşımdır (Abay ve diğerleri, 2001). Enflasyon, gelişmekte olan ülkelerde birçok soruna yol açmaktadır. Enflasyonun getirilerine karşı kendisini hazırlayamayan toplumların refah düzeylerinde düşüş söz konusu olur, satın alma güçleri azalır ve gelir dağılımları olumsuz etkilenir. Kronikleşmiş enflasyon, geleceğe dair ekonomik beklentileri olumsuz etkileyerek geleceğe yönelik yatırımların yapılmasına engel olmaktadır. Yüksek enflasyon, bireylerin satın alma gücünü azaltır ve geçim sıkıntısına sebep olur. Bu durumların oluşturduğu belirsizlikler, firmaların ve bireylerin karar alma sürecinde, gelecek beklentilerinde, yatırımlarda, kredi ve iş gücü piyasasında ve dış piyasalarda birbirlerini etkileyen olumsuzluklar silsilesi yaratmaktadır (Oktay ve Dalyancı, 2011, s.31).

Bu durumlar göz önüne alındığında, enerji girdisinin durumu yapısal görüş açısından değerlendirilebilmektedir. Bunun sebebi yapısalcı yaklaşımın olaya girdi-çıktı penceresinden bakması ve modern ekonomilerde enerjinin önemli bir girdi olarak görülmesidir. Sanayii devrimini takiben üretim, insanların kas gücünden çıkarak makinelere daha bağımlı bir hale gelmiştir. Makineleşme enerjiye olan ihtiyacı yükselterek enerjinin üretimdeki rolünü, buna bağlı olarak da ekonomilerin enerjiye bağımlılığını arttırmıştır. Bu da ekonomik büyümenin ve refah artışının enerjiye daha da bağımlı olması anlamına gelmektedir. Enerji, ekonomide etkili tek girdi olmasa da,

ekonomik büyüme için önemli bir unsur olduğu kabul edilmektedir. Bu bağlamda enerjinin kullanımı ve büyüme birbiri ile ilişkili kavramlardır. Yapılan çalışmalar sonucunda enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu ortaya konmuştur. Enerji tüketimi arttıkça, refah seviyesi de artmaktadır (Ghosh, 2002, s.125).

Ekonomik büyüme ve enerji arasındaki ilişki "içsel büyüme modelleri" ile açıklanabilmektedir. Teknolojik gelişmeler, AR-GE çalışmaları, bilgi birikimi, beşeri sermaye gibi faktörler gelişmişlik düzeyinin belirlenmesine etkili olan değişkenlerdendir. Teknolojiye uyum sağlayamama, yetersiz beşeri sermaye, bilgi eksikliği gibi faktörler az gelişmişliğin sebepleri arasında gösterilmektedir (TABAN 2008, s.23). Sanayi çalışmalarında kullanılan enerji tüketimindeki artış üretimin artışına, buna bağlı olarak gelirin de artacağına işaret etmektedir (Ghali ve El-Sakka, 2004). Bu durumda ekonomik büyümenin bu üç değişkenden nasıl etkilendiğini bilmek de önemlidir. Ekonomik büyüme ile enerji arasında pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu varsayılmaktadır. Bu durumda enerji tüketimini azaltmaya yönelik çalışmaların ekonomiye olumsuz bir etkisinin olacağı düşünülecektir. Ekonomik politikaların izleyeceği yollar bu açıdan önem kazanmaktadır (Stern ve Cleveland, 2004, s.3).

### 4.1. Enerjinin Ekonomik Etkileri

Dünya'da artan nüfus ve sanayileşme oranları, enerji tüketimini de arttırmaktadır. İkincil enerji kaynağı olarak tanımlanan elektrik enerjisi, son derece yaygın bir kullanım alanına sahiptir. Diğer enerji türlerine dönüştürülebilme kolaylıkları, temiz bir enerji kaynağı olması ve elektrik kullanımının gittikçe artan yayılımı göz önünde bulundurulduğunda elektrik tüketimi, zaman içerisinde toplumsal gelişmişlik düzeyinin bir göstergesi haline gelmektedir (Ağır ve Kar, 2010, s.150). Elektrik enerjisinin kullanım alanı yaygın olsa da elektrik, depolanabilir bir enerji kaynağı değildir. Bu da üretildiği andan itibaren doğrudan kullanılmasını gerektirmektedir. Depolanamayan bir enerji türü olması, elektriğin dezavantajıdır (Saatçi ve Dumrul, 2013, s.2).

Ekonomik büyüme, dünya enerji tüketiminde öngörülen değişimleri etkileyen en büyük faktörlerden biridir. Kısa dönemde vatandaşların ve firmaların vermiş oldukları tüketim kararları ekonominin gidişatını etkiler. Tüketim kararları; kişilerin gelirleri, faiz

oranları ve ürünlerin fiyatları gibi etkilerin altındadır. Uzun dönemde incelendiğinde bir ülkenin ekonomik büyüme potansiyelini tayin eden etken, ülkenin mal ve hizmetleri üretim gücüdür. Büyüme potansiyeli; istihdam oranı, nüfus, sermaye birikimi ve inovasyon ile ilgilidir. Ekonomik büyüme ve enerji talebi bağlantılıdır ancak incelenen bölgeye göre değişiklikler gözlenmektedir. Bölgede bulunan ekonomik kalkınma seviyesi ve bireylerin yaşam standartları o bölgedeki ekonomik büyüme ve enerji talebi arasındaki bağı önemli ölçüde etkilemektedir. Hane halkının yüksek yaşam standartlarına sahip olduğu gelişmiş ekonomilerde fert başına düşen enerji tüketimi fazladır (Yıldırım ve Dağdemir, 2018, s.32).

2008 yılı Türkiye Cumhuriyeti verileri incelendiğinde, köylerden büyük şehirlere göç politikaları, nüfus artışı ve enerji talebinin artması ile birlikte ithalat bağımlılığının da arttığı gözlemlenmektedir. 2008 yılında yaşanan ekonomik kriz döneminde enerjide dışa bağımlılığın %75 seviyesine kadar yükseldiği, bu durumun ekonomide dalgalanmalara sebep olduğu görülmüştür. Aynı süreçte Amerika'da yaşanan finans krizinin küresel bağlamda krize dönüşmesinin Türkiye Cumhuriyeti'nde sanayi üretiminin düşmesi ve enerji tüketiminin azalmasına bağlayan kaynaklar bulunmaktadır. Enerji tüketiminin azalmasını takiben, enerjiye bağımlı dış ticaret borcunda azalma meydana gelmiştir (Türkyılmaz, 2010).

### 4.2. Enerjinin Arzı, İthalat Ve İhracatı

Enerji arzı, enerji talebinin karşılanabilmesi için enerji kaynaklarından enerji akışının sağlanmasıdır. Enerji ekonomisine bakıldığında ise enerji arzı, tüketilmek için piyasaya sunulan enerji anlamına gelmektedir. Bu kavrama bakıldığında enerji talebi ile enerji üretimi arasındaki ilişki görülebilmektedir. Üretilen enerjinin bir kısmı ticari nitelik taşımaz, bunlar yerel yerleşimlerde bulunan ve rüzgar, güneş enerjisi kullanılarak üretilen enerjilerdir. Toplam enerji arzı, fiili enerji arzı ile potansiyel enerji arzından oluşmaktadır. Potansiyel enerji arzı, belli bir coğrafi bölgede bulunan, enerji üretiminde kullanılmayan yer altı ve yer üstü kaynakların tamamıdır. Bu kaynakların kullanılmama sebebi genellikle teknolojik yetersizliklerdir. Ülkelerin toplam enerji arzından bahsederken ihracat edilmek adına üretilen enerji de dahil edilmelidir (Usta ve Alodalı, 2017, s.164).

Enerji arzı, esnek bir kavramdır. Enerji fiyatlarındaki değişikliklerin enerji alımına karşı yansıması olarak tanımlanabilmektedir. Fiyatlardaki artış arz edilen miktarın artışına, azalma ise azalışa sebep olmaktadır. Arzı etkileyen faktörler arasında; coğrafi yapı ve iklim, teknoloji, ekonomi, çevre, kurumsal, siyasi ve mali faktörler etkili olabilmektedir. Coğrafi yapı, özellikle yer altı kaynaklarının bulunması açısından önem kazanmaktadır. Soğuk iklimlerde, dağlık bölgelerde petrol ve kömür çıkartılması son derece zorluk oluşturmaktadır. Termal kaynakların tüketim alanlarına olan uzaklıkları da yine coğrafı faktörler arasında yer almaktadır. Teknolojik açıdan incelendiğinde, ülkenin sahip olduğu kaynakları kullanmasını sağlayacak teknolojilerinin eksikliği o kaynaklardan faydalanılamamasına sebep olmaktadır. Ayrıca enerjinin transfer edilmesi için gereken sistemler de yine teknolojiye bağımlıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretilmesinde özellikle teknolojik gelişme çok önemli bir role sahiptir. Enerjiye olan arzı etkileyen faktörlerden bir diğeri, çevre ile olan ilişkisidir. Enerji üretimi için kullanılan kaynakların asgari düzeyde çevreye zarar vermelerini sağlamak gerekmektedir. Ülkelerin enerji kaynaklarına yatırım yapabilmek adına güçlü ekonomilere sahip olmaları gerekmektedir. Yeni ve teknolojik yöntemler kullanılarak temiz enerjiye sahip olan ülkeler gelişmiş ülkeler, bu teknolojilere sahip olmayarak çevre faktörünü ikinci plana atan ülkeler ise az gelişmiş ülkeler olarak sınıflandırılmıştır (Yücel, 1994 s. 18-19). Siyasal açıdan arz dengesi incelendiğinde 1973 yılındaki Arap-İsrail savaşı ve bunu takiben baş gösteren petrol krizi örnek verilebilmektedir.

Enerji ihraç eden ülkelere bakıldığında, 2017 verilerine göre yaptığı 656 Mtoe'luk ithalat ile Rusya birinci sırada bulunmaktadır. Onu takiben 426 Mtoe ile Suudi Arabistan, 256 Mtoe ile Avustralya ve 210 Mtoe ile Kanada bulunmaktadır. Enerji ihtiyacını ithalat ile karşılayan ülkelerin başında 621 Mtoe ile Çin bulunurken, 405 Mtoe ile Japonya, 336 Mtoe ile Hindistan ve 255 Mtoe ile Güney Kore takip etmektedir (Enerdata, 2018).

2010 yılı verilerinden itibaren enerji üretim piyasası incelendiğinde, Amerika'nın 1,663 Mtoe ile bir kez daha lider konumda olduğu görülmektedir. Tüketimin 2,269 Mtoe olması ise 606 Mtoe'luk bir açığın olduğunu göstermektedir. Türkiye verilerine göre 2010 yılında üretilen enerji miktarı 26 Mtoe olarak belirtilmiş olup, 50 Mtoe'luk bir enerjinin dışarıdan sağlandığı görülmektedir. Çin, aynı yıl

içerisinde 1,124 Mtoe enerji üretmiş olup, üretim- tüketim farkı 206 Mtoe'dur. Çin'in, Amerika'yı enerji üretimi açısından geride bırakarak ilk sıraya yerleşmesi 2005 yılında gerçekleşmiştir. Bu tarihte ürettiği enerji 1,671 Mtoe olup, tükettiği enerji miktarı 1,782 Mtoe olmuştur. Türkiye aynı tarihte 84 Mtoe enerji tüketiminde bulunmuş olup, 24 Mtoe enerji üretmiştir. 2017 verilerine bakıldığında Çin'in ürettiği enerji miktarı 2,499 Mtoe olup, tüketimin 3,105 Mtoe olması sebebiyle 606 Mtoe'luk bir açık bulunmaktadır. Amerika ise 2,201 Mtoe'luk tüketimi ile birlikte 2,018 Mtoe'luk bir üretim sağlamaktadır. Bu durum 183 Mtoe'luk bir açığının olduğunu göstermektedir. Son olarak Türkiye'nin 2017 verileri incelendiğinde, 43 Mtoe'luk bir üretim ile birlikte 152 Mtoe'luk bir tüketim gözlenmektedir. Bu durumda açıkta olan enerji ihtiyacı 109 Mtoe'dur ve bu açığın ithalat yapılarak kapatılması durumu söz konusu olmaktadır (Enerdata, 2018).

### 4.3. Enerji Üretim Santrallerinin Maliyetleri

Enerji üretim santrallerinin maliyet unsurlarını değerlendirmek adına, santrallerin ilk yatırım maliyetleri ve birim enerji üretim maliyetleri dikkate alınmaktadır. Bahsedilen birim enerji üretim maliyetleri, santralin kullanıldığı süre boyunca yapılacak bütün harcamaları kapsayan, santralden birim enerji elde etmek için gerekli olan maliyeti ifade etmekte kullanılan ekonomik bir değerlendirme kriteridir. Santral ömrü boyunca yapılacak olan harcamalar; ilk yatırım maliyeti, işletme-bakım maliyetleridir. İlk yatırım maliyeti, santralin işletmeye açılmadan önce enerji üretimine hazır bir hale getirilmesi için gereken makine, teçhizat, arazi gibi harcamalardır. Enerji santrallerinin en büyük maliyeti, ilk yatırım maliyetinden kaynaklanmaktadır. İşletme ve bakım maliyeti, santralin açılımından sonra çalışmaya devam edebilmesi için gerekli olan harcamaların tamamını oluşturmaktadır. Sabit işletme maliyetleri ve değişken işletme maliyeti olarak iki gruba ayrılan harcamalardan sabit olanı; işçilerin maaşlarını, genel harcamaları, planlanmış bakımları içermektedir. Değişken işletme maliyeti ise santralde enerji üretmek için kullanılacak olan yakıtlar, kimyasallar, katalizörler, tükenebilir malzemeler, kaynaklar ve atıkların sebep olduğu maliyetleri ifade etmektedir (Kaya ve Koç, 2015, s.61-62). Tablo 4-1 incelendiğinde EİA tarafından belirtilen yıllık maliyetler görülebilmektedir. Rüzgar santralleri, jeotermal enerji santralleri ve güneş enerjisi santrallerinin değişken işletme maliyetlerinin olmadığı gözlenmektedir.

**Tablo 4-1: Enerji Santralleri Maliyeti**

| | İlk Yatırım Maliyeti ($/kW) | Sabit İşletme Maliyeti ($/kW-yıl) | Değişken İşletme Maliyeti ($/MWh) |
|---|---|---|---|
| Rüzgar Santrali (Deniz Üssü) | 6.542 | 80,14 | 0 |
| Nükleer Santral | 6.034 | 103,31 | 2,37 |
| Jeotermal Enerji Santrali | 2.787 | 112,28 | 0 |
| Biyokütle Enerji Santrali | 3.900 | 114,39 | 5,7 |
| Güneş Enerjisi Santrali | 1.783 | 22.46 | 0 |
| %30 Karbon Tutumlu Kömür | 5.169 | 72,12 | 7,31 |
| Hidroelektrik Santral | 2.948 | 40,85 | 1,36 |
| Rüzgar Santrali (Kara) | 1.624 | 48,42 | 0 |
| Doğalgaz ve Petrol Kombinasyonu | 999 | 11,33 | 3,61 |

**Kaynak:** U.S. Energy Information Administration, 2019, *Annual Energy Outlook 2019*, https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/aeo2019.pdf

Belirtilen verilere göre, deniz üssü rüzgar santrallerinin maliyeti 6.542 $/kW ile zirvede konumdadır. Nükleer santraller 6.034 $/kW ile ikinci sırada, %30 karbon depolanması ve tutulumu sağlayan kömür fabrikalarının maliyeti ise 5.169 $/kW'dır. Rüzgar santrallerinin, jeotermal santrallerin ve güneş enerjisi santrallerinin değişken işletme maliyetleri bulunmamaktadır. Bu durum, kurulan santrallerin iş gücü gerektirmediği anlamına gelmektedir. Değişken maliyetleri olmayan santrallere düzenli bakımların yapılması yeterli olmaktadır (EİA, 2019).

### 4.4. Enerjinin Ücretlendirilmesi

Enerji piyasasında, enerjinin ücretlendirilmesinde en önemli değişken enerjiye olan arz-taleptir. Elektrik ya da doğal gaz gibi birincil enerji kaynaklarının ücretleri, alıcının ihtiyaç durumu ve pazarın sahip olduğu miktara bağlı olarak değişiklik gösterir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından bahsedildiğinde ise mevsimler ve hava durumu bu konuda belirleyici niteliktedir. Zorlayıcı hava koşullarında gözlemlenen zarar, santrallerin bakımları gibi çeşitli durumlarda santrallerin kısa süreli kapatılmaları durumu söz konusu olabilir, bu durum da enerji fiyatlarını yükseltebilmektedir. Devletlerin enerji piyasası üzerinde yaptığı değişiklikler de fiyat üzerinde etkilidir.

Örneğin enerji tasarrufunun yapıldığı bir dönemde elektrik fiyatlarının yükselmesi beklenebilecek bir değişikliktir. Ham maddenin elde edilmesi için harcanan ücret, ihtiyaç duyulan enerjinin miktarı ve bu enerjinin ne kadar süre ile kullanılabileceği enerji ücretlendirilmesinde temel rol oynayan değişkenlerdir. Jeopolitik konumdan kaynaklanan olaylar da enerji fiyatlarının belirlenmesinde etkilidir. Politik sorunlar, ülkenin savaş içerisinde olması gibi durumlarda, 1973 petrol krizinde örnek gösterilebileceği gibi enerji fiyatlarında etkili olacaktır (Regnier, 2007, s.405).

Enerji dönüşümü maliyetleri, enerjinin ücretlendirilmesi konusunda önemli bir unsurdur ve genellikle iki tür maliyetten bahsedilmektedir. Bunlardan birincisi, enerji maliyeti ve ikincisi ise parasal maliyettir. Enerji maliyetleri, sistemin dönüşüm verimini doğrudan etkiler. Enerjinin bir türden ötekine dönüştürülmesi sırasında çok sayıda kayıplarla karşılaşılabilinmektedir. Örneğin petrolde bulunan kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüşüm süresince kayıplar yaşanmaktadır. Özellikle termodinamiğin ikinci kanununa bağlı olarak tersinmez süreçler, yanma süreci ve oluşan ısı kayıplarının sonucunda %70'lik kısım elektrik enerjisine dönüştürülürken yaklaşık %30'luk bir enerji kaybından bahsedilmektedir. Buna rağmen elektrik enerjisinin dağıtımının diğer enerji kaynaklarına göre daha kolay ve ucuz olması, esnek ve uygulama alanlarının geniş olması gibi sebepler ortada bulunan kaybın kabul edilebilirliğini arttırmaktadır. Ulaştırma sektörüne bakıldığında kömürden elde edilen verimin son derece düşük olması onun tercih edilebilirliğini azaltmaktadır ancak benzer bir şekilde kömürün sıvı yakıta dönüştürülmesi durumu söz konusudur. Bu üründen elde edilecek sıvı yakıtın kimyasal enerji içeriği kömürün yarısı kadar olsa da sıvı yakıtın ulaştırma sektöründe kullanılabilirliği kömüre oranla daha yüksek olduğundan bu dönüşüm kaybı kabul edilebilir kılınmaktadır. Parasal maliyet ise, enerjinin elde edilmesi için kurulacak üretim santrallerinin kurulum ve işletmesi için gereken yatırım maliyetlerini kapsamaktadır (Özil ve diğerleri, 2013, s.250).

### 4.5. Enerji Politikalarının Belirlenmesi

Enerji politikalarının belirlenmesi ve uygulanmasında ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin arasında bulunan nedenselliğin yönünün doğru tespit edilmesi önem teşkil etmektedir. Bununla birlikte enerji tüketiminin ekonomik büyümenin bir ön şartı

mı yoksa sonucu mu olduğuna dair belirgin bir tanım bulunmamaktadır. Kullanılan yönteme, araştırılan ülkeye ve zaman dilimine bağlı olarak enerji tüketimi ve ekonomi arasında bulunacak bir nedenselliğin yönü deneysel açıdan tartışmalı bir konudur (Mehrara, 2007). Bu durumu literatürde var olan dört hipotez ile açıklamak mümkündür. Büyüme hipotezine göre, enerji tüketimi üretim süresince sermayenin ve emeğin tamamlayıcı unsuru olarak ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır. Bu teoriye göre enerji tüketimi ekonomik büyümeye sebep olmaktadır. Koruma hipotezine göre, enerji tasarrufuna yönelik politikaların ekonomik büyüme üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. Bu durumda nedensellik ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru olacaktır. Geri bildirim hipotezi, çift yönlü bir nedensellik sunmaktadır. Bu durumda enerji tüketimini arttırıcı politikaların da ekonomik büyüme üzerinde olumlu etkilerinin olmaları beklenmektedir. Son olarak tarafsızlık hipotezine göre enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde etkisi yok ya da hiç denilebilecek kadar azdır (Squalli, 2007, s.1195-1196).

### 4.6. Enerjinin Çevre ve Topluma Etkisi

Enerji, son derece farklı kollara ayrılan bir alandır. Bu bağlamda enerjinin incelenebileceği bir diğer yaklaşım ise onun toplum ve çevre üzerindeki etkisidir. Özellikle endüstri devrimi ile başlayan ve günümüzde de hızlanarak artmaya devam eden teknolojik gelişmeler, enerjinin üretimi ve tüketimini kapsayan bir takım sorunları beraberinde getirmiştir. Bugün, özellikle karşılaşılan en büyük problem olarak enerji üretmek adına kullanılan kömür kaynaklı yakıtların çevreye yaydıkları zararlı gazların sebep olduğu düşünülen iklim değişikliğidir. Küresel ısınmanın gerçekleşmesini takiben buzulların erimesi, okyanus seviyelerinin yükselmesi ve özellikle kıyı bölgelerin sular altında kalması karşılaşılabilecek senaryolar arasında olduğu iddia edilmektedir. Enerjinin toplum ve çevre üzerindeki etkileri, yirminci yüzyılın ikinci yarısına kadar üzerine düşünülen bir konu olmamıştır. Bu tarihten sonra ise özellikle temiz enerji kavramı, büyük bir önem kazanmıştır.

Toplumlar, tarihsel gelişimleri boyunca her zaman enerjiye ihtiyaç duymuş ve enerjiyi kullanım biçimleri, elde edişleri onların gelişmişlik seviyelerinin bir göstergesi olarak kabul edilmiştir. Buna rağmen günümüzde, enerji kullanım miktarının

fazlalığının çevrede ve toplum üzerinde oluşturduğu olumsuz etkiler göz önüne alındığında enerji kullanım oranı ile gelişmişliğin doğru orantılı olduğu varsayımı tartışmalı bir durum haline gelmiştir. Endüstrinin ihtiyaç duyduğu fosil yakıtların yakılması sonucunda elde edilen enerji, üretim ve tüketim süreçleri boyunca büyük çevresel sorunlar yaratmaktadır. Enerji üretilirken doğal kaynakların tahrip edilmesi, enerji üretim alanı içerisinde yer alan canlıların yaşantıları ve sağlıkları olumsuz olarak etkilenmektedir. Tüketim sürecinde ise fosil yakıtların yanması sonucunda ortaya çıkan hidrojen oksit ve kükürt dioksit gibi gazlar hava kirliliğine, asit yağmurlarına ve sera etkisi yaratarak küresel iklim değişikliğine yol açmaktadır. Bu durumlar toplumun sağlığını ve toplumsal yaşantıyı doğrudan etkilemektedir. Bununla birlikte, bu sorunların temel kaynağında da yine toplumsal ilişkiler ve toplumsal talepler yer almaktadır. Enerji üretiminin nedeni olan endüstriyel üretim sonucu üretilen ürünleri talep eden yine toplumdur. Toplumun daha fazla refah ve modern yaşama olan talebi endüstriyel üretimi körüklemekte, enerji gereksinimi arttırmaktadır. Sonuç olarak, endüstriyel üretim ve bunu takiben enerji ihtiyacının artmasının sonucu ortaya çıkan etkilerden en fazla etkilenen toplum olmakla birlikte, bu sorunlardan birinci derecede sorumlu olarak görülecek olan yine toplumun kendisidir.

Geçmişte daha fazla üretim ve daha fazla tüketim kavramlarının kısır döngü içerisine girmesi, kaynakların tükenmesi sorunu ile birlikte bazı yaşamsal sorunların toplumsal düzeyde kabul görmesi ile sonuçlanmıştır. Modern toplumda meşruiyet bunalımı olarak adlandırılan bu olgu, modern enerji kullanımının yeniden yapılandırılmasını zorunlu kılmıştır. Doğa ile bozulan dengelerin düzeltilmesi adına yapılan çalışmalar yirminci yüzyılın son çeyreğinden sonraki dönemi ifade etmektedir. Bu dönemde daha çok enerji kullanımı yerine, daha az enerji kullanımı ve tasarrufu, daha çok üretim ve tüketim yerine daha az üretim ve tüketim çalışmaları başlamıştır. Ayrıca enerji kullanımında fosil yakıtların değil, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmaya başlanması ile temel düşünce sistemi; sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir toplum olmuştur (Tuna, 2015, s.291).

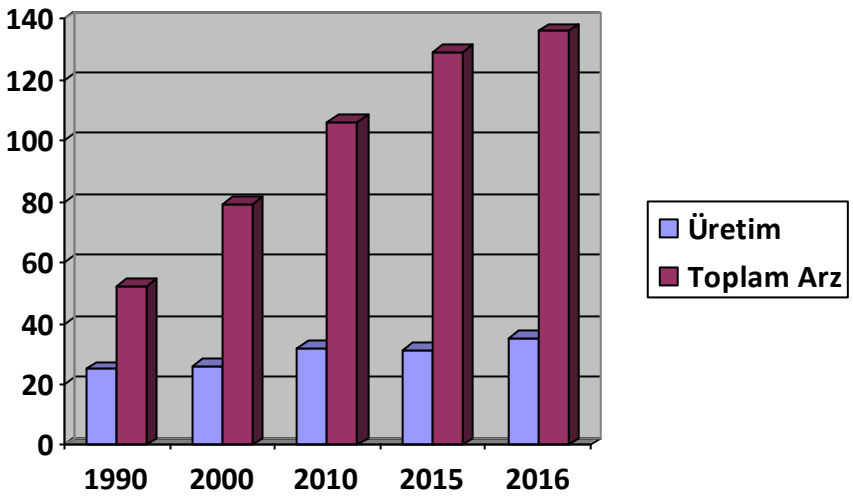
Küresel ısınma, güneşten gelen ışınların atmosferdeki değişimlerden etkilenerek dengelerinin bozulması olarak tanımlanabilmektedir. İşin temelinde ışınımın dalga

boylarındaki değişimler bulunmaktadır. Dünyaya gelen ışınımların dalga boyu, bu ışınımların dünya yüzeyi tarafından soğurulduktan sonra geri yansırken olan dalga boylarının birbirlerinden farklı olması ısıl dengede farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır. Dalga boylarının gazlar tarafından soğurulması ya da geçirgenlikleri de dalga boyuna bağlı olarak değişmektedir. Atmosferde bulunan havanın başlıca bileşenleri oksijen ve azot gazlarıdır. Bu gazlar güneşin gözle görülebilen ışınlarını yansıtabilmekte ve mor ötesi ışımaların bir kısmını da soğurmaktadır. Dünya'ya ulaşan güneş ışınların yer küre tarafından ısıya dönüştürülmektedir. Uzun dalga boylarına sahip kızıl ötesi ışımalar, oksijen ve azot gazları tarafından soğurulmazlar ancak havada bulunan karbondioksit, kloroflorokarbon gazları gibi gazlar bu kızılötesi ışımaların bir kısmını soğurarak atmosferden çıkmalarına engel olmaktadır. Bu soğurma olayı atmosferin normal dengesini ve mevsimlerin normal şartlardan daha yüksek ısıda geçmesine sebep olmaktadır. Bu döngü içerisinde dünya her geçen gün daha fazla ısıl enerji tutmakta ve ortalama sıcaklıklar buna bağlı olarak artmaktadır. Bu durum seraların işleyiş mekanizmasına benzemektedir. Seralarda da tutulan ısı miktarı arttırılarak mevsimsel olmayan meyve ve sebzelerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Dünyanın atmosferinde bulunan gazlar yüzünden her geçen gün daha fazla ısınması durumuna ve sonuçlarına sera etkisi ismi verilmektedir. Bu etki uzun vadede ısıl dengeyi bozmakta, iklim değişikliklerine ve buzulların erimesine sebep olmakta, gölleri kurutmakta ve tarım alanlarını verimsizleştirmektedir. Bu duruma engel olmak adına, 1997 yılında Birleşmiş Milletler tarafından Kyoto Protokolü imzalanmıştır ancak protokolün devreye girmesi 2005 yılını bulmuştur. Bu anlaşma bünyesinde sanayileşmiş ülkeler 1990 yılındaki karbondioksit salınım oranlarını 2008-2012 yılları arasında yüzde beş azaltmayı taahhüt etmiştir. Anlaşma birçok ülke tarafından kabul edilmiş ancak en büyük salınım kaynaklarından biri olan Amerika Birleşik Devletleri bu protokole imza atmamıştır. Türkiye ise 2009 yılında "Türkiye'nin Kyoto Protokolü'ne katılmasının uygun bulunduğuna ilişkin kanun tasarısı" TBMM Genel Kurulu tarafından kabul edilmiştir. 2012 yılında yapılan toplantıyla birlikte, Kyoto Protokolü'nün süresi 2020 tarihine kadar uzatılmıştır (Özil ve diğerleri, 2013, Cilt 4 s.333-335).

### 4.7. Türkiye'nin Enerji Ekonomisi

Türkiye ekonomisi, gelişmekte olan bir ekonomidir. Gelişmekte olan makroekonomik ülkelerin temel hedefleri arasında sahip olduğu yer altı ve yer üstü kaynaklarını tam ve etkin bir biçimde kullanabilmek, üretim kapasitesini arttırmak, milli gelir düzeyini arttırmak, dış borçları kapatarak ekonomik kalkınma ve büyümeyi sağlamak bulunmaktadır. Türkiye ekonomisinin kalkınmasında en önemli yapısal değişimlerden biri 24 Ocak 1980 İstikrar Kararları sonucunda alınmıştır. Bu kararlar öncelikli olarak ödemeler bilançosu açıklarını kapatarak ekonominin dış kaynak ihtiyacını karşılamak ve dış borçların ödenmesini sağlamak olmuştur. Bu amaçların gerçekleştirilebilmesi adına sanayileşme stratejisinin değiştirilmesi, ekonominin dışa açılması ve devamında dış ticaret uygulamalarında ihracata yönelik sanayileşme stratejisi izlenmeye başlanmıştır. Sermaye piyasası yenilenmiş, İstanbul Menkul Kıymetler Borsası faaliyete geçirilmiştir. 1980 yılından sonra başvurulan ihracatı artırma çabaları olumlu sonuç vererek ihracat artışı yaşanmıştır (Köse, 2000).

Türkiye, enerji kaynakları sınırlı olan ve enerji talebi yüksek bir ülke olmasından ötürü, enerji ihtiyacının büyük bir bölümü ithalat ile karşılanmaktadır. Şekil 4-1'de belirtilen 1990-2016 yılları arasındaki veriler incelendiğinde, Türkiye'de üretilen enerjinin toplam enerji arzını karşılayamadığı görülmektedir. On altı yıl içerisinde toplam enerji üretimi %34'lük bir artış göstermesine rağmen enerji arzının %72 arttığı gözlenmektedir. Sürekli artan enerji talebini karşılayamayan enerji kaynakları, bazı ülkeleri dışa bağımlı hale getirmiştir. Sürdürülebilir bir büyüme ve kalkınma hedefine sahip bu ülkelerin artan enerji ihtiyaçları, onları büyük miktarlarda cari açık ile yüzleşmek durumunda bırakmıştır (Bayrak ve Esen, 2014, s.139-140).




**Şekil 4-1: 1990-2016 Yılları Arasında Türkiye'nin Enerji Üretimi Ve Arzı (Mtep)**

**Kaynak:** Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2017, Denge Tablosu 2017.

Türkiye'nin enerji talebi, büyüyen ekonomisiyle birlikte doğru orantılı olarak bir artış göstermektedir. 2000-2016 yıllarında dünya genelinde yıllık elektrik enerjisi talebi %3'lük bir artış gösterirken Türkiye'de bu oran %5 olarak ifade edilmektedir. Türkiye'nin 2017 verilerine göre sürdürmekte olduğu enerji politikasının amaçları; kaynak ve güzergah çeşitlendirmesi çalışmalarının yapılması, arama faaliyetleri kapsam ve yöntemlerinin geliştirilmesi, enerji alt yapısının güçlendirilmesi, enerji verimliliğinin önceliklendirilmesi, çevre ile uyumlu ve sürdürülebilir bir yaklaşımın dikkate alınması, doğal gaz ve elektrik piyasalarının geliştirilmesi, madencilik sektörünün geliştirilmesi, yenilenebilir enerji ve nükleer enerji alanlarında yerlileştirme çalışmalarının yapılması, akıllı şebekeler konusunda çalışmaların yapılması şeklinde hedeflenmektedir (EUAS 2017 Yıllık Raporu). Bu temaların hedefinde oluşturulan başlıca hedefler ise şu şekilde özetlenmiştir;

1) Hem rüzgâr, hem de güneş enerjisinde 10 yıl içerisinde her bir kaynak için sisteme ilave 10'ar bin MW kapasite eklenmesi ve hidroelektrik enerjide 34.000 MW, jeotermal enerjide 1.500 MW, biyokütle enerjisinde ise 1.000 MW kurulu güç değerlerine ulaşılması,

2) Akkuyu ve Sinop Nükleer santrallarının işletmeye alınması ile birlikte Ülkemizin elektrik enerjisi üretiminin en az %10'unun nükleer santrallardan karşılanmasının sağlanması,
3) Potansiyeli yüksek olan büyük kömür havzalarının yatırıma açılması (EUAS 2017 Yıllık Raporu).

2016 yılı verilerine bakıldığında Türkiye'nin enerji arzı 136,23 milyon ton petrol eşdeğerine (milyon tep) ulaşarak önceki yılın verilerine oranla %5,5'lik bir artış göstermiştir (EİGM, 2016). 2016 yılı verilerinde enerji arzının %32,7 ile ham petrol ve ürünlerine, %13,4'lük bir payda ise yenilenebilir kaynaklar ile elektrikten karşılandığı Tablo 4-2'de belirtilmiştir. 2017 verileri incelendiğinde, Türkiye enerji arzının yaklaşık %6'lık bir artış ile 145 milyon ton petrol eşdeğerine ulaştı gözlemlenmiştir. Enerji talebinin %24'lük bir kısmı yenilenebilir enerjiden karşılanmıştır.

**Tablo 4-2: Türkiye Birincil Enerji Arzı 2016 Verileri**

| | 2014 (bin tep) | 2014 (%) | 2015 (bin tep) | 2015 (%) | 2016 (bin tep) | 2016 (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Petrol ve Petrol Ürünleri** | 34.799 | 28,8 | 39.209 | 30,4 | 42.204 | 32,7 |
| **Kömür** | 33.508 | 27,8 | 34.593 | 26,8 | 38.357 | 29,7 |
| **Doğal Gaz** | 40.201 | 33,3 | 39.651 | 30,7 | 38.338 | 29,7 |
| **Jeotermal Isı** | 3.524 | 2,9 | 4.805 | 3,7 | 6.034 | 4,7 |
| **Hidrolik** | 3.495 | 2,9 | 5.775 | 4,5 | 5.782 | 4,5 |
| **Biyoenerji ve Atıklar** | 3.246 | 2,7 | 2.937 | 2,3 | 2.843 | 2,2 |
| **Rüzgar** | 733 | 0,6 | 1.002 | 0,8 | 1.334 | 1 |
| **Güneş** | 803 | 0,7 | 828 | 0,6 | 917 | 0,7 |
| **Elektrik** | 439 | 0,4 | 339 | 0,3 | 420 | 0,3 |
| **Toplam** | 120.747 | | 129.138 | | 136.229 | |

**Kaynak:** Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2017, Denge Tablosu 2017-2016-2015

Türkiye, fosil enerji kaynakları bakımından net ithalatçı konumunda bulunmaktadır. 2016 yılında doğal gazda %99,7, petrolde %91,3 ve taş kömüründe %98,2 oranında, toplamda %83'lük enerji arzı ithalat ile karşılanmıştır (EİGM Denge Tablosu 2016). Bu oran 2015 verilerinde %87,3 olarak belirtilmektedir (EİGM Denge Tablosu 2015).

2016 yılında 46,5 milyar $m^3$ olan doğal gaz tüketimi, 2017 yılında %15,9 oranında artarak 53,9 milyar $m^3$ olarak rapor edilmektedir. Tüketilen bu doğal gazın %38'i elektrik üretiminde, %25'i sanayide ve kalan %37'si ısıtma amaçlı olarak kullanılmıştır (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, SBB Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı 2019).

2017 yılında ülke genelinde elektrik tüketiminin bir önceki yılın 278,4 milyar kWh'ına kıyasla %4,91 artarak 292,0 milyar kWh'a ulaştığı, elektrik üretiminin ise 2016 verileri ile kıyaslandığında 274,41 milyar kWh'dan %6,62 oranında artarak 292,57 milyar kWh'a ulaştığı raporlanmıştır (TEİAŞ, 2018). Tablo 4-3 incelendiğinde 2016 yılı verilerine göre Türkiye'de kişi başına enerji tüketiminin 1.707 kep, elektrik tüketiminin ise 2.875 kWh olduğu hesaplanmıştır (Elektrik Üretim Anonim Şirketi, EÜAŞ Sektör Raporu 2017).

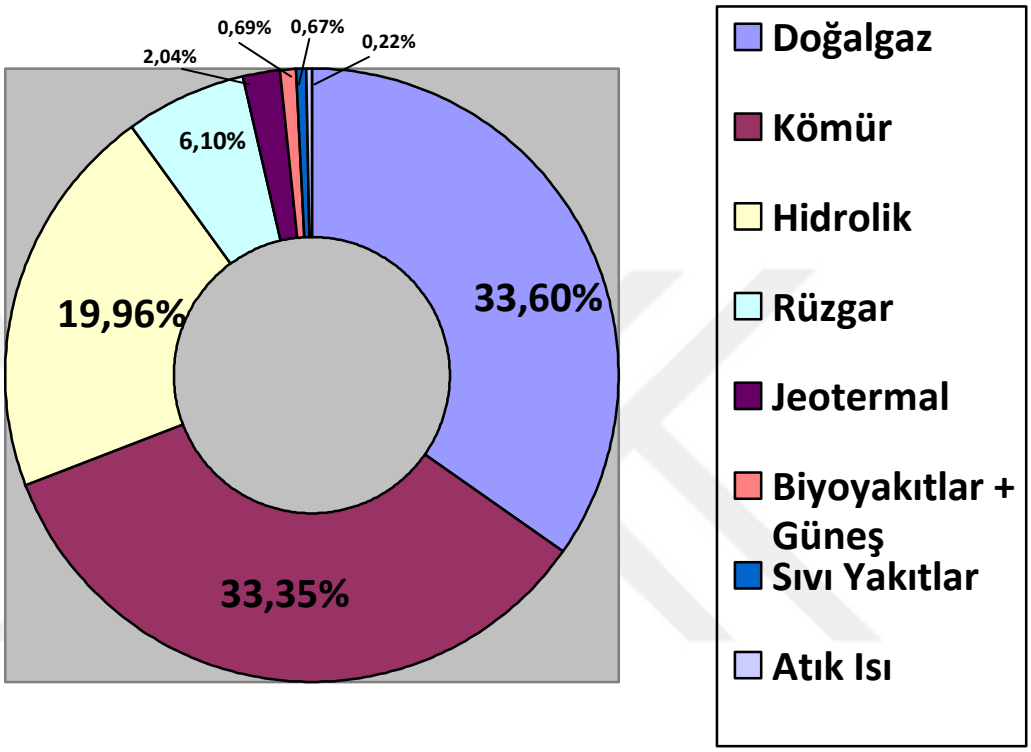
**Tablo 4-3: Türkiye'de Yıllara Göre Kişi Başına Enerji Ve Elektrik Tüketimi**

| | 2014 | 2015 | 2016 | 2015-2016 (değişim) |
|---|---|---|---|---|
| **Nüfus** | 77.695.904 | 78.741.053 | 79.814.871 | + % 1,36 |
| **Enerji Tüketimi** | 1.554 kep | 1.640 kep | 1.707 kep | + % 4,09 |
| **Elektrik Tüketimi (net)** | 2.670 kWh | 2.760 kWh | 2.875 kWh | + % 4,17 |
| **Elektrik Tüketimi (brüt)** | 3.243 kWh | 3.325 kWh | 3.438 kWh | + % 3,40 |

**Kaynak:** Elektrik Üretim A.Ş. 2017, Yıllık Faaliyet Raporu.

Türkiye'deki kaynaklar açısından Şekil 4-2'de bakıldığında 2017 yılı itibariyle elektrik enerjisi üretiminin %33,4'ünün kömürden elde edildiği, %37 doğalgaz, %20

hidrolik kaynaklar, %6,1 oranında rüzgar enerjisinden, %2 jeotermal enerji, %0,7 sıvı yakıtlardan, %0,7 biyoyakıtlar ve güneş enerjisinden, %0,2 oranında ise atık ısıdan karşılandığı raporlanmıştır. EÜAŞ'ın 2017 yılı itibariyle bu üretimde sahip olduğu pay %16,1 olup, geri kalan %83,9 özel sektör tarafından karşılanmaktadır (EÜAŞ, 2017).




**Şekil 4-2: 2017 Yılı Türkiye Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı**

**Kaynak:** Elektrik Üretim A.Ş. 2017, Yıllık Faaliyet Raporu.

Ocak 2018'den itibaren Türkiye'de özel sektöre açılan elektrik üretimi sektöründe özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik sağlanan teşvikler ve yürürlüğe konulan yasal düzenlemelerin etkisi büyüktür. Hidroelektrik santral (HES) yapmak amacı ile 127 santralda 4.610 MW'lık, rüzgar elektrik santrali (RES) yapmak için 107 santralda 3.421 MW'lık, jeotermal elektrik santral (JES) yapmak amacıyla da 7 santralda 156 MW'lık olmak üzere yeni/ilave kapasite EPDK'dan lisans almış durumdadır (TEİAŞ, 2018). Bu bağlamda, Türkiye'deki rüzgar enerjisi kurulu gücü ise

2015 yılında 4.503 MW'a, 2016 yılında 5.751 MW'a ve 2017 yılında da 6.516 MW'a ulaşmış bulunmaktadır (TEİAŞ, 2018).

2017 ithalat-ihracat rakamlarına bakıldığında yerli üretim taş kömürü rakamı 1.234 bin top olup, ithal edilen miktar 38.251 milyon ton, ihraç edilen miktar ise 100 milyon ton olarak raporlanmıştır. Yerli üretim ham petrol miktarı 2.553 milyon ton, ithal edilen miktar 25.756 milyon tondur. Doğalgaz sektörüne bakıldığında yerli üretim 354 milyon ton, ithalat 55.250 milyon ton ve ihracat 631 milyon ton olarak raporlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerji kayıtları incelendiğinde tamamı yerli üretim kullanılmaktadır (EİGM Denge Tablosu, 2017).

Türkiye'nin 2023 hedefleri kapsamında, enerji ihtiyacını karşılamak ve enerjide dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla enerji politikalarında değişikliklere gidilmiştir. Bu doğrultuda Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından hazırlanan Milli Enerji ve Maden Politikası'nın temelinde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının arttırılması hedeflenmektedir. Enerjide dışa bağımlılığın azaltılması, artan enerji ihtiyacını karşılamak gibi hedefler doğrultusunda izlenen yol; enerjide sürdürülebilirliğin sağlanması, Türkiye'nin enerji ticaret merkezi olması, yerlileştirme gibi hususlar ön plana çıkmaktadır. Türkiye topraklarında bulunan fosil kaynaklarının kısıtlı olduğu düşünüldüğünde, yeni kömür rezervlerinin aranması ve değerlendirilmeleri gerekmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen teşvikler ile kurulumu planlanan nükleer enerji santrali de yine dışa bağımlılığı azaltmak için atılan adımlardandır (SBB On birinci Kalkınma Planı, 2019).

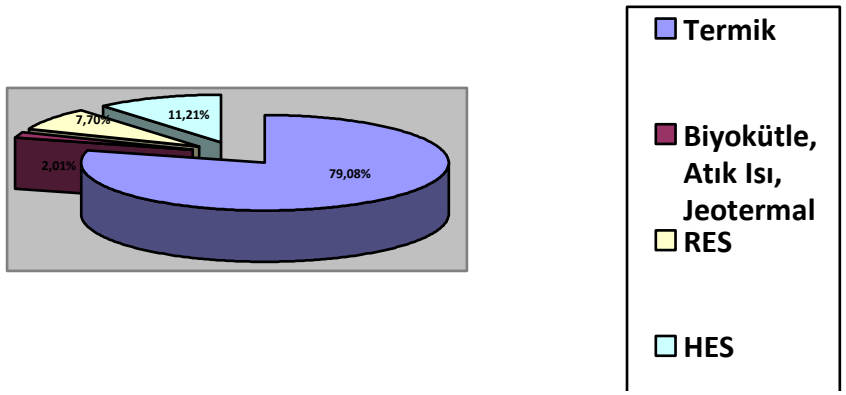
Elektrik enerjisi, enerjinin kullanım alanlarından en yaygın olanıdır. 2017 yılı TEİAŞ verileri Tablo 4-4'da incelendiğinde net elektrik üretimi 297.278 GWh olarak belirtilmiştir. Bu elektriğin %32,8'i kömür yakıtlardan, %37,2'si doğal gazdan, %19,6'sı hidroelektrik santrallerden ve %10'u yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı incelendiğinde, bu rakamın Türkiye tarihinde ulaşılmış en yüksek oran olduğu gözlenmektedir.

**Tablo 4-4: TEİAŞ 2010-2017 Yılları Net Elektrik Üretim Değerleri**

| | Kömür (%) | Sıvı Yakıt | Doğal Gaz (%) | Hidrolik (%) | Yenilenebilir Enerji (%) | Toplam (GWh) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **2010** | 26,1 | 1,0 | 46,5 | 24,5 | 1,9 | 211.208 |
| **2011** | 28,8 | 0,4 | 45,4 | 22,8 | 2,6 | 229.395 |
| **2012** | 28,4 | 0,7 | 43,6 | 24,2 | 3,1 | 239.497 |
| **2013** | 26,6 | 0,7 | 43,8 | 24,7 | 4,2 | 240.154 |
| **2014** | 30,2 | 0,9 | 47,9 | 16,1 | 4,9 | 251.963 |
| **2015** | 29,1 | 0,9 | 37,9 | 25,6 | 6,5 | 261.783 |
| **2016** | 33,7 | 0,7 | 32,5 | 24,5 | 8,6 | 274.408 |
| **2017** | 32,8 | 0,4 | 37,2 | 19,6 | 10,0 | 297.278 |

**Kaynak:** Türkiye Elektrik İletim A.Ş., 2018, 2017 Yılı Faaliyet Raporu.

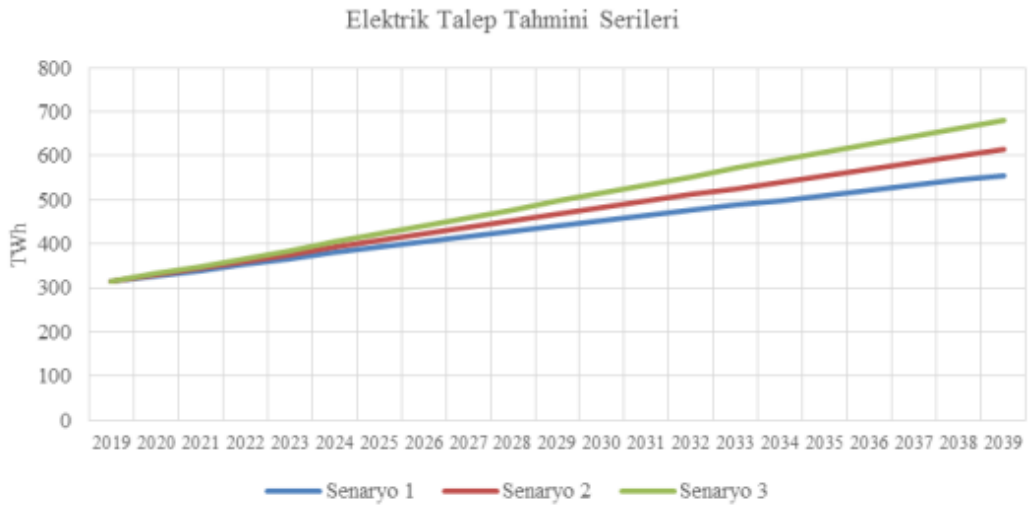
Enerji İşleri Genel Müdürlüğü Tarafından yayımlanan 2019 yılı Enerji Yatırımları tablosu Şekil 4-3'de incelendiğinde, Hidroelektrik Santrallerine yapılan yatırım oranının toplam enerji yatırımlarına oranının %11,21, Termik Enerji'nin %79,08, RES'in %7,70, Biyokütlenin %2,01 olduğu görülmektedir. Bu yatırımlarla birlikte ilave kurulu güç toplamının 994,61 MW olacağı belirtilmiştir (EİGM, 2019).




**Şekil 4-3: Türkiye 2019 Yılı İçin Enerji Yatırım Payları**

**Kaynak:** Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, 2019, Enerji Yatırımları Tablosu 2019.

6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun 20. maddesi gereği, 3. fıkrası, a bendinde yer alan "Gelecek yirmi yılı kapsayan Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu, her iki yılda bir Kalkınma Bakanlığı ve Kurum görüşleri alınmak suretiyle Bakanlık tarafından hazırlanır ve yayımlanır" hükmüne dayanılarak hazırlanan Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu incelendiğinde, Türkiye'nin yirmi yıllık dönemi için elektrik tüketimi öngörülmüştür. Bu rapora göre Şekil 4-4 incelendiğinde ekonomik büyüme oranı, nüfus, hane halkı sayısı, ulaştırma sektörünün elektrik tüketimine katkısı, iç tüketim ve şebeke kayıpları, verimlilik konularına ilişkin veriler ve Türkiye'ye benzer ülkelerin Uluslarası Enerji Ajansı ile Dünya bankası verilerinden faydalanılmıştır. Düşük enerji kullanımı, referans olarak geçmiş on yıl alınarak ve yüksek enerji kullanımı olmak üzere üç farklı senaryo ile çalışılan raporda on beş farklı talep serisi elde edilmiştir. Buna göre önümüzdeki yirmi yıl içerisinde Türkiye yıllık ortalama elektrik talebi artışı birinci senaryo için %2,9, ikinci senaryo için %3,36 ve üçüncü senaryo için %3,84 olarak hesaplandığı belirtilmiştir (EİGM, 2019).




**Şekil 4-4: Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu**

**Kaynak:** Elektrik İşleri Genel Müdürlüğü, 2019, Türkiye Elektrik Enerjisi Talep Projeksiyonu Raporu.

# 5. DIŞ TİCARET AÇIĞI VE YENİLENEBİLİR ENERJİ ETKİSİ

Cari işlemler hesabı, ödemeler bilançosunun bir kalemidir. Cari işlemler hesabı kendi altında dört gruptan meydana gelmektedir. Mal dengesi, hizmetler dengesi, yatırım gelirleri dengesi ve cari transferler dengesi bu grupları oluşturmaktadır. Mal dengesi, ihracat ve ithalat arasındaki farkı belirtirken ithalatı ihracattan fazla olan ülkeler dış ticaret açığı vermektedir. Cari açık ise bir ülkede bulunan mal ve kullanılan hizmetler açısından bakıldığında ülkeden çıkan dövizin, ülkeye giren dövizden fazla olduğu zamanlarda verilmektedir. Bu durum, devletlerin genişletici maliye politikalarını izlemesi ve ya ayrılan bütçeleri aşan biçimde yatırım yapması kaynaklı oluşabilmektedir. Bir diğer cari açık oluşma sebebi de özel sektörlerin izlediği politikalar kaynaklı olarak ithalat düzeylerinin yükselmesidir. Bu durum dış ticaret açığının oluşmasına sebep olmaktadır. Cari açığın varlığı, ekonomik krizlerin oluşmasına sebep olabilmekte ve ekonomik açıdan yapılacak yatırımları kısıtlamaktadır (Yeldan, 2005, s.47).

## 5.1. Dış Ticaret Açığının Genel Tanımı, Sebepleri

Gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYİH), bir ülkenin vatandaşlarının belirli bir zaman diliminde ürettiği nihai mal ve hizmetlerin belirli bir para cinsinden değeridir. Gelişmiş ekonomilere sahip ülkeler GSYİH açısından incelendiğinde daha fazla mal ve hizmet kaynağına sahiptir. Örnek olarak ekonomik büyüme ile birlikte, yapılan yolların, köprülerin, enerji hatlarının pozitif bir ilişki içerisinde olması gösterilebilir. Bir ülkenin kalkınması ve büyümesi üretime, üretim de enerjiye bağlıdır (Yanar ve Kerimoğlu, 2011, s.194). Enerjinin GSYİH üzerindeki etkisi özellikle 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi ile birlikte araştırılmaya başlanmıştır. Bu konu hakkında dört farklı görüş bulunmaktadır. İlki, değişkenler arasında ilişkinin olmadığını belirten tarafsızlık hipotezi olarak bilinmektedir ve bu teoriye göre enerji tüketiminin GSYİH üzerinde bir etkisi bulunmamaktadır. İkinci görüş ekonomik gelişmelerin enerji tüketimini arttıracağını savunan ekonomik büyüme hipotezidir. Bu teoriye göre enerji tüketimindeki artış GSYİH'ı arttırmaktadır. Üçüncü görüş ekonomik büyümenin enerji tüketimini arttıracağını savunan koruma hipotezi olarak adlandırılmaktadır ve GSYİH'dan enerji tüketimine tek yönlü bir nedenselliğin olduğunu savunmaktadır. Son hipotez olan, enerji tasarrufu önlemlerinin ekonomik büyümeye negative etki edeceğini

savunan geri bildirim hipotezi olarak bilinmektedir ve enerji tüketimi ile GSYİH'ın karşılıklı olarak birbirlerini etkiledikleri ileri sürülmektedir (Ersoy, 2012, s.339; Kesbiç ve Er, 2017, s.135; Keskin, 2017, s.877; Usta ve Berber, 2017, s.175).

35 ülkenin 1996-2014 yılları arasındaki emek, sermaye ve yenilenebilir değişkenlerine ait yapılan bir çalışmada GSYİH oluşumunda pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yenilenemez etkeninin ise GSYİH oluşumunda negatif etkili olduğu, GSYİH'yı azalttığı sonucuna varılmıştır. Yenilenebilir enerji üretiminde kullanılan yüksek teknolojili ürünler düşünüldüğünde enerji tüketiminin GSYİH'yı arttırmasının tutarlı bir sonuç olduğu belirtilmiştir (Önder ve Polat, 2018, s105).

### 5.2. Türkiye'deki Dış Ticaret Açığı ve Enerjinin Bu Alandaki Rolü

Türkiye'nin makroekonomik sorunlarının başında dış ticaret açığı problemi gelmektedir. İstikrarın sağlandığı ve sürdürülebilir bir büyüme arzusunda olan devletlerin ödemeler dengesinin kontrol altında olması gerekmektedir. Türkiye için bu durum, cari açığın azaltılması anlamına gelmektedir. 1990'lı yıllarda ortaya çıkan iç ve dış borçlardaki artış, bunu takiben uygulanan kısa vadeli yüksek faizli borçlanma politikası özel sektörün de yüksek getirili, risksiz kamu borçlanma senetlerine yönelmesine, üretimden uzaklaşmalarına sebep olmuştur. Oluşan üretim eksikliği cari açığın ve ithalatın artmasına ile sonuçlanmıştır (Türkay, 2013, s.255).

Dış ticaret açığı her zaman Türkiye ekonomisinin sorunlarından biridir ve son elli yıldır yaşanılan tüm krizlerde rol oynadığı görülmektedir. Türkiye ekonomisinde 2000'li yıllarda artış gösteren cari açık probleminin temel nedenleri arasında; enflasyon hedeflenmesi ile Türk Lirasının aşırı değerlenmesi, dış ticaret açığının artış göstermesi, ihracatın ithalata bağlılığının artması, enerji tüketiminde dışa olan bağlılığın artışı sayılabilmektedir. Ayrıca Türkiye'de yurt içi tasarrufların ekonomik büyümesi finanse etmede yetersiz kalması da yabancı kaynaklara olan bağlılığı arttırmıştır (Yurdakul ve Cevher, 2015, s.92).

Türkiye'deki dış ticaret açığının en büyük sebeplerinden biri, enerji ithalatıdır. 2004-2011 yılları arasında, Türkiye'de enflasyon oluşumunda enerji sektörünün payının %17,4 olduğu kaydedilmiştir. 9. Kalkınma Planı döneminde, 2003 yılı enerji ithalatı 75,3 milyar dolar olup, fiyat etkisi dikkate alındığında 204,7 milyar dolar ödenmiştir. Cari açığın yaklaşık %80'i nin enerji faturasından kaynaklandığı belirtilmiştir (SBB Dokuzuncu Kalkınma Planı, 2006).

2000-2016 yılı verileri incelendiğinde on altı yıl içerisinde Türkiye'nin enerji ithalatı 55.081 bin tep'den 113.117 bin tep'e yükselerek %105 oranında artış göstermiştir. Aynı zamanda Türkiye toplam enerji ihracatı 1.584 bin tep'ten 7.250 bin tep'e yükselerek %358 artış gösterdiği gözlenmiştir (TCMB, 2019).

2019 Ocak ayında Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB) tarafından yayımlanan tablolara göre, 2013 yılında Cari İşlemler Hesabı açığı 63.642 milyar dolar olarak belirtilmiş olup bu rakamın 49.193 milyar doları enerji kalemine bağlı olarak gerçekleşmiştir. 2014 verilerinde toplam Cari İşlemler Hesabı açığı 43.610 milyar dolar olup 48.778 milyar doları enerji kaynaklıdır. 2015 verilerinde Cari Açık 32.145 milyar dolar olup 33.325 milyar doları enerjiye, 2016 yılında cari açık 33.139 milyar dolar olup 23.958 milyar doları yine enerjiye aittir. 2017, 2018 yılları ve 2019 ilk yarısına ait Cari açık sırasıyla; 47.347, 27.252, 3.259 milyar dolar olup, enerji kaynaklı cari açık sırasıyla; 32.878, 38.594, 17.543 milyar dolardır. Veriler Tablo 5-1'de belirtilmiştir (TCMB, 2019).

**Tablo 5-1: Türkiye 2013-2019 Yılları Arasında Cari İşlemler Hesabı Ve Enerji Hesabı**

| | Cari İşlemler Hesabı (milyon dolar) | Enerji (27. Fasıl)* | | | Enerji Hariç Cari İşlemler Hesabı |
|---|---|---|---|---|---|
| | | ihracat | Ithalat | net | |
| **2013** | -63.642 | 6.725 | 55.917 | -49.193 | -14.449 |
| **2014** | -43.610 | 6.112 | 54.889 | -48.778 | 5.168 |
| **2015** | -32.145 | 4.518 | 37.843 | -33.325 | 1.180 |
| **2016** | -33.139 | 3.211 | 27.169 | -23.958 | -9.181 |
| **2017** | -47.347 | 4.327 | 37.205 | -32.878 | -14.469 |
| **2018** | -27.252 | 4.412 | 43.006 | -38.594 | 11.342 |
| **2019 (İlk altı ay)** | -3.259 | 3.440 | 20.983 | -17.543 | 14.284 |

**Kaynak:** Türkiye Cumhuriyet Merkezi Bankası, 2019, Ödemeler Dengesi İstatistikleri Haziran 2019

Türkiye'nin dış ticaret açığının oluşumunda enerji ithalatının doğrudan bir belirleyici olduğu görülmektedir. Burada dikkat edilmesi gereken bir başka nokta olarak Türkiye'nin büyüme hızı gösterilmektedir. Yüksek büyüme rakamları enerji talebinde artışa sebep olurken özellikle petrol ve doğalgaza bağlı enerji kullanımı enerji ithalatı üzerinden cari açıkları üst düzeylerde tutmaktadır (Yurdakul ve Cevher, 2015, s.98).

### 5.3. Dış Ticaret Açığı Üzerinde Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Önemi

Türkiye, bulunduğu coğrafi konumu ve jeopolitik konumu göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak adına gereken özelliklere sahip gözükmektedir. Özellikle jeotermal, rüzgar enerjisi, hidroelektrik ve güneş enerjisi açısından bakıldığında, konumunun ekvatoral iklime daha yakın olması sebebiyle diğer Avrupa Birliği ülkelerinden daha avantajı konumdadır. Bununla birlikte Türkiye'de yenilenebilir enerjiye uygun kaynakların kullanımları gerek ekonomik gerekse hukuki kısıtlamalar sebebiyle yeterli gelmemektedir. Özellikle 2009 yılından itibaren, yenilenebilir enerjinin kullanımı ve teşvik edilmesi konusunda bir takım yaptırımlar uygulanmaya başlanmıştır. 2002 yılında yenilenebilir enerji kullanılarak

elde edilen elektrik miktarı 34 milyar kWh iken 2015 verilerine bakıldığında bu rakam 84 milyar kWh'a yükselmiştir. 10. Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı kapsamında, 2023 yılı için Türkiye'deki enerji tüketiminin 1,2 trilyon MWh olacağı öngörülmekte ve bu enerjinin 252 milyar MWh'sinin yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi hedeflemektedir. Bu hedef göz önünde bulundurulduğunda, 2023 yılı için toplam enerji ihtiyacının yaklaşık üçte birinin yenilenebilir enerji ile karşılanması hedeflendiği görülmektedir (Karagöl ve Kavaz, 2017, s.197).

Türkiye'de bulunan cari açığın büyük bir kısmı enerji kaynaklıdır. Türkiye'nin 2017 yılında yapmış olduğu 233 milyar dolarlık ithalatın 37 milyar dolarlık kısmı enerji ithalatı kaynaklı olarak gözükmektedir. 9. Kalkınma Planı incelendiğinde, "Enerji Sektörü Reform Programları" adı altında "Yenilenebilir Enerji", "Enerji Sektörü Reform Programları", "Enerji Verimliliği", "Nükleer Enerji" başlıklı kanunlar çıkartılarak kanuni olarak yenilenebilir enerjinin desteklendiği görülmektedir. 2012 yılına bakıldığında ise yatırımları arttırmak, yurt içi ve doğrudan yabancı yatırımların teşvik edilmesi adına Yeni Teşvik Paketi çıkartılmıştır. Bununla birlikte bölgesel teşvikler ile birlikte "Stratejik Yatırımların Teşviki ve Büyük Ölçekli Yatırımların Teşviki" uygulamaları bulunmaktadır. Bu programın amacı olarak, Girdi Tedarik Stratejisi ve ithalat haritası dikkate alınarak cari açığın azaltılması amacıyla ithalat bağımlılığı yüksek ara malları ve ayrıca ürünlerin üretimine yönelik yüksek katma değerli yatırımları bütün bölgelerde teşvik etmek görülmektedir. Program bölgelerde %50'den fazlası ithalatla karşılanan ürünlerin üretimine ait asgari yatırım tutarı 50 milyon TL olan ve %40 ve üzeri katma değer üreten, üretilecek ürünlerin toplam ithalat değerleri son bir sene itibariyle en az 50 milyon dolar olan yatırımların desteklenmesini amaçlamaktadır. Bu uygulamaların hayata geçirilmesiyle birlikte metal üretimi, kimya, elektronik ve makine imalat sektörlerinde ithalata bağımlı ara ürünlerin Türkiye'de üretimini sağlayacak yatırımların desteklenmesi ve orta vadede cari açık sorununun çözümüne katkı sağlaması beklenmektedir (SBB, 2006).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi noktasında oldukça zengin bir ülke iken verilere bakıldığında, Tablo 5-2 incelendiğinde, son 10 yıllık

dönemde büyük değişimlerin olduğunu görmekteyiz. Bununla birlikte 2018 yılı verilerine bakıldığında GES 5.063 Mw seviyelerine ulaştığı görülmektedir (SBB, 2019).

**Tablo 5-2: Türkiye Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Elektrik Üretimi (GWh)**

| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **GES** | - | - | - | - | - | - | 17,4 | 194,1 | 1.043,1 | 2.889,3 |
| **HES** | 33.269,8 | 35.958,4 | 51.795,5 | 52.338,6 | 57.865,0 | 59.420,5 | 40.644,7 | 47.514,1 | 48.962,1 | 41.312,6 |
| **RES** | 846,5 | 1.495,4 | 2.916,4 | 4.723,9 | 5.860,8 | 7.557,5 | 8.520,1 | 11.652,5 | 15.571,1 | 17.903,8 |

**Kaynak:** Türkiye Elektrik İletim A.Ş. 2018, Üretim Kapasite Raporu. Erişim Tarihi: 25.08.2019 https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-09/Kapasite_Projeksiyonu_2018_2022.pdf

Yenilenebilir kaynakların enerji üretimi içerisindeki payının 2023 yılı itibariyle %30'a çıkartılması hedeflenmektedir. Bunun için özel sektörün, yenilenebilir enerji üretimine yönelmesi teşvik edilmektedir. Bununla birlikte yenilenebilir enerji üretimi için kurulan tesislerde kullanılan sarf malzemelerinin Türkiye'de üretilmiş olması da cari açığın düşürülmesinde etkili olacaktır. Bu anlamda Türkiye Cumhuriyeti sınırları içerisinde, yatırım yapılacak bölgeye bakılmaksızın desteklenecek, özel öneme sahip yatırım konuları bulunmaktadır (SBB On Birinci Kalkınma Planı, 2018).

Türkiye Cumhuriyeti'nde, enerjinin kontrolü adına atılan ilk adım, 2003 yılında *"Enerji Piyasası Denetim Kurulu (EPDK)"* kurulması olmuştur. EPDK'nın kurumunu takiben, kamu ve özel sektörlerin yatırımları denetlenmeye başlanmış, 2004 yılına bakıldığında ise Dünya genelindeki enerji politikaları incelenerek Türkiye'nin ilerleyeceği yol haritası çizilmiştir. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı ve Devlet Planlama Teşkilatı'nın işbirliği ile, Türkiye'nin sahip olduğu yerli ve yenilenebilir enerji potansiyellerinin farkına varılması ve bundan faydanalınarak dışa bağımlı enerji piyasasını daha serbest hale getirmek adına çalışmalar başlatılmıştır (Teke, 2013).

2005 yılında yürürlüğe giren *"5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına Dair Kanun"* (Yenilenebilir Enerji Kanunu, YEK) ile birlikte yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlarda artışlar

gözlenmiştir ancak, ikincil bir mevzuatın olmaması ve düşük sabit fiyat garantisi düzeyleri sebebiyle 2005-2010 yılları arasında yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar istenen seviyeye çekilemediği gözlemlenmiştir. 2010 yılına bakıldığında, YEK'de yapılan değişikliklerle bazı yenilenebilir enerji kaynakları için daha yüksek sabit fiyat garantisi ile teşvikler sağlanmış ve bunun sonucunda yenilenebilir enerji piyasasında hareketlenmeler görülmeye başlanmıştır (Yılmaz ve Hotunluoğlu, 2015, s74-75).

Yenilenebilir enerji adına yapılan teşvikler, sabit alım fiyat garantisi ve yerli ekipman ile kalmayarak, 2005 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi yasasınca devam eden projeler hizmet bedellerinden muaf tutulmuştur. Enerji üretim tesisleri ve AR-GE yatırımları için de çeşitli teşvikler bulunmaktadır. Yasa kapsamında yatırımcılar, arazi kullanımı ile ilgili vergi ve arazi kullanımı için ödenen bedellerde indirim gibi avantajlardan faydalanmaktadır. Bununla birlikte Türkiye'de lisanslı elektrik üretimi yapılabildiği gibi lisanssız olarak da elektrik üretimi yapılabilmektedir (HERDEM, 2014).

Sektörel teşvikler incelendiğinde, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim yatırımları için çeşitli teşviklerin bulunduğu görülmektedir. Ekonomi Bakanlığı Yatırım Teşvikleri'nde 1 milyon TL ve üzeri bütçeye sahip Güneş Enerjisi Yatırımları kapsamında alınacak makine ve teçhizatlarda %18'lik KDV istisnası ve Gümrük Vergisi Muafiyeti sağlanmaktadır. 10 yıllık tarife garantisi, yerli aksamlar için ilave primler, daha düşük lisans ücretleri yatırımcıları bu alanlara çekmeyi hedeflemektedir. Santrallerin faaliyetlerini sürdürdükleri ilk sekiz sene için yıllık lisans ücretinden muaf olmaları da bu teşviklerdendir (GEKA, 2017).

Özellikle yenilenebilir enerji sektörü için devletin vermiş olduğu teşviklere bakıldığında, yakın dönemde özel sektör yatırımlarının bu alana ilgi duyduğu görülmektedir. Güneş Enerjisi yatırımları incelendiğinde geçtiğimiz 15 yıllık süreçte herhangi bir yatırım olmamasına ragmen 2018 yılı verileri incelendiğinde 5.063 Mw kurulu güç rakamlarına ulaşıldığı görülmektedir. 2014 yılına kadar bu sektörde herhangi bir yatırım yapılmamış olmasının temel sebebi bu alana yapılacak olan yatırımların, ithal girdiler sebebiyle birim maliyetlerinin yüksek olması ve yapılacak olan yatırımın,

devletin vermiş olduğu sabit fiyat alım garantisi ile geri dönüş süresinin çok uzun olması olarak görülmektedir.

Enerji üretim santrallerinin maliyet analizlerine bakıldığında ilk yatırım maliyetleri ve birim üretim maliyetleri göz önüne alınmaktadır. Ilk yatırım maliyeti, santral enerji üretmeye hazır hale gelene kadar yapılan maliyetler olarak belirlenmektedir. Işletme bakım maliyetleri ise santralin enerji ürettiği aşamada yapılması gereken maliyetler olarak belirlenmektedir. Birim üretim maliyeti, ilk yatırım maliyeti ve işletme bakım maliyetinin toplamından oluşan ve üretilen bir birim enerji için hesaplanan maliyet olarak belirlenmektedir. Değişken işletme maliyetleri, tesislerde kullanılan yakıtlar, enerji, gazlar ve benzeri tükenebilir malzeme ve kaynaklar ile atıkların sebep olduğu maliyetler olarak belirlenmektedir. Yenilenebilir enerji üretim tesislerinde, güneş, jeotermal, rüzgar ve hidroelektrik santrallerde değişken işletme maliyetleri bulunmamaktadır. (Koç ve Kaya, 2015, s.63).

Güneş enerjisi santrallerine baktığımız zaman 2014 yılı ilk yatırım maliyeti 4000 $/kWh, devletin verdiği on yıl boyunca alım garantisi fiyatı 13,3 cent/kWh olarak görülmektedir. 1 Mw bir santral ilk yatırım maliyeti rakamları 2012 yılı baz alındığında 4.000.000,00 $ olarak belirlenmektedir. Üçüncü bölümde gösterilen güneş haritasına bakıldığında Türkiye'nin güneydoğu bölgesine kurulması hedeflenen 1 Mw santralin yıllık üretim miktarı yaklaşık 1.780.000,00 kWh olarak belirtilmektedir. 2012 yılında kurulan bir santralin1 yıl içerisinde elde edeceği gelir 1.780.000,00 x 0,133 = 236.740 $ olarak hesaplanmaktadır. Devletin güneş yatırımlarına teşvik olarak verdiği sabit fiyat alım garantisi 10 yıl olarak belirlendiğinden, 236.740 x 10 = 2.367.400 $ on yıllık brüt gelir ile ilk yatırım maliyetleri karşılanamadığından dolayı 2014 yılında teşvikler yetersiz kalmış ve bu alana yatırım yapılmadığı görülmüştür. (Koç ve Kaya, 2015, s.65)

Güneş enerjisi yatırımları için 2018 yılına baktığımızda 5.063 Mw özel sektör yatırımlarının gerçekleştiği görülmektedir. Bunun en önemli sebebi 2014 yılı sonrasında ilk yatırım maliyetlerinin gerilemesi ile yapılacak yatırımın özel sektör açısından mantıklı bir yatırım halini alması olarak görülmektedir. 2018 yılı rakamları incelendiğinde ilk yatırım maliyeti 1100 $/kWh, devletin verdiği on yıl boyunca alım

garantisi fiyatı 13,3 cent/kWh olarak görülmektedir. Yıl içerisinde 1 Mw güneş enerjisi tesisi kurma maliyeti 1.000.000,00 $ seviyelerine gerilemiştir. Buna bağlı olarak yine Türkiye'nin güneydoğu bölgesinde kurulacak bir santral rakamı ile analiz yapıldığında 1.780.000,00 x 0,133 = 236.740 $ brut gelir elde edilebileceği görülmekte ve yapılan yatırımın işletme maliyetleri düşüldüğünde kendisini 6 yıl içerisinde amorti edeceği görülmektedir. Devlet teşviklerinin hesaplanan bu veriler ışığında özel sektör yatırımlarını bu alana çektiği görülmektedir.

**Tablo 5-3: Türkiye'nin İthal Ettiği Elektrik Enerjisinin Yıllara Göre Dağılımı (GWh)**

| ÜLKELER | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bulgaristan** | 0,0 | 2.094,1 | 3.966,8 | 4.571,2 | 5.300,7 | 4.842,0 | 4.587,0 | 2.073,0 |
| **Gürcistan** | 303,2 | 218,5 | 79,0 | 3,3 | 293,9 | 417,5 | 1.039,3 | 493,9 |
| **Azerbaycan** | 156,0 | 329,9 | 277,4 | 276,7 | 102,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| **Türkmenistan-(İran)** | 684,6 | 1.074,6 | 1.499,7 | 2.405,0 | 2.252,0 | 1.867,7 | 635,8 | 160,8 |
| **Yunanistan** | 0,0 | 838,7 | 3,7 | 173,2 | 4,0 | 8,4 | 68,3 | 0,5 |
| **T O P L A M** | **1.143,8** | **4.555,8** | **5.826,7** | **7.429,4** | **7.953,3** | **7.135,5** | **6.330,3** | **2.728,3** |

**Kaynak:** İthal Edilen Enerjinin Yıllar İtibariyle Aylık Dağılımı Raporu. Erişim Tarihi: 27.08.2019 https://www.teias.gov.tr/tr/v-ithalat-ihracat-0

Türkiye'nin ithal ettiği elektrik enerjisinin yıllara gore dağılımı Tablo 5-2'de belirtilmiştir. Bu tabloya bakıldığında özellikle 2014 yılına kadar artan bir eğilim gösteren elektrik ithalat rakamları, yenilenebilir enerji kapasitelerinin de sürece dahil olması ile düşüş eğilimine geçmiş 2014 yılında ithal ettiğimiz 7429,4 GWh elektrik enerjisinin 2017 yılında 2728,3 GWh seviyelerine düştüğü görülmektedir.

TEİAŞ'ın açıkladığı rakamlara bakıldığında 2017 yılında lisanssız ve lisanslı olmak üzere toplam güneş enerjisi santrali kurulu gücü 2.889 Mw olarak görünmektedir. 2018 yılının sonunda aynı rakam 5.063 Mw olarak gerçekleşerek 1 yılda 1,8 kat artmıştır.

Doğalgaz ve Petrol ile elektrik üreten tesisler ve Güneş Enerjisi ile elektrik üreten tesisler karşılaştırıldığında 10 Mw büyüklüğündeki GES santralinin 1.000.000,00 $ değerinde doğalgaz ve petrol eş değerinde elektrik ürettiği belirtilmektedir. 2018

yılında 5.063 Mw kurulu güç ile üretim yapılmasının karşılığında 500.000.000,00 $ değerinde elektriğin güneş enerjisi sistemi ile üretilip dış ticaret açığının kapanmasına katkı sağlamakta, ülke içerisinde kullanılan elektriğin yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilerek kaynakların dışarıya çıkmasını önlediği görülmektedir (Dikmen, 2019, s.291)

# 6. SONUÇ

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler sanayileşme alanında hızlı büyüme gösterdmesi sebebiyle, enerjiye olan ihtiyaç sürekli artış göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında enerjiye olan talebin karşılanması adına devletlerin yapmış olduğu çalışmalar bir yandan ülke sanayisinin gelişmesini sağlarken diğer yandan ülkelerin ekonomik sistemlerine olumlu katkı sağlamakta ve ekonomik büyüme noktasında önemli rol oynamaktadır.

Özellikle sanayide ihtiyaç duyulan enerjinin ithalat yolu ile temin edilmesi üretim maliyetlerinin yükselmesine sebep olurken ülke dış ticaret açığının büyümesine neden olmaktadır. İthal enerji girdisinin beraberinde getirdiği bir başka sorun da güvenlik tehdidi ve dışa bağımlılıktır. İthalatta yaşanacak herhangi bir olumsuz durum ülkeye her alanda sıkıntı yaşatabilecek bir krize dönüşme potansiyeli içermektedir. Bu noktada enerji alanında dışa bağımlı olmamak son derece önemli bir husustur. 1973 Arap Savaşı esnasında petrol ihraç eden ülkelerin, Amerika Birleşik Devletleri'nin ve İsrail'in karşısında yer alması sebebiyle petrol fiyatlarında artışa sebep olması bu duruma örnektir. Ayrıca, Türkiye Cumhuriyeti'nin ihtiyaç duyduğu bir enerji kaynağı olan doğal gaz, enerji ithalatının önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Ukrayna ve Rusya arasında yaşanan doğalgaz krizleri, İran'ın geçmiş zamanlarda Türkiye'ye gönderdiği gazı azaltması gibi sorunlar da ithalata bağlı enerji politikalarının sorunlarını gözler önüne sermektedir.

Türkiye'nin cari açığını oluşturan kalemler incelendiğinde büyük payın enerji ithalatına ait olduğu görülmektedir. Enerji ithalatındaki en büyük pay da petrol ithalatından oluşmaktadır. Özellikle petrol fiyatlarında yaşanan anlık artışlar, buna örnek olarak 2018 yılında brent varil fiyatların $60.37'den $76.41'e gelmesi cari işlemler dengesini yıllık bazde olumsuz etkilemektedir. Cari işlemler dengesinin sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi ve istikrarlı bir ekonomik yapı için enerji ithalatının uzun dönemde kademeli olarak azaltılması gerekmektedir. Türkiye gibi sanayileşen ülkelerde enerjide dışa bağımlılığı azaltmadan cari işlemler dengesinin istikrarlı bir seviyeye getirilebilmesi mümkün değildir. Enerji ithalatı ile sanayileşmenin artması sonucunda, cari dengenin sağlanması için ihracatın artırılması gerekecek, ihracatın arttırılması için

de yine daha fazla enerjiye ihtiyaç duyulacaktır. Bu kısır döngü içerisinde dışa bağımlılığı azaltmak büyük önem arz etmektedir.

Dış ticaret açığına ciddi derecere etki eden doğalgaz ve petrol kaynakları ile enerji üretimi yapan tesisler, güneş enerjisi ile üretim yapan tesislerle karşılaştırıldığında kurulan her 1000 Mw güçteki güneş santralinin 110.000.000,00 $ değerinde doğalgaz ithalatının önünü kestiği görülmektedir. Bu rakamlara bakıldığında dış ticaret açığının kapanması ve özellikle enerjide dışa bağımlılığın azaltılması için yenilenebilir kaynakların kullanımının artırılması kaçınılmaz görünmektedir.

Enerjide dışa bağımlılığı azaltma noktasında ülkede var olan yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak en önemli faktörlerden biridir. Devletin yenilenebilir enerji alanında verdiği teşvikler özellikle lisanssız üretimi destekleyici rol oynamış ve yatırımcıları bu alana çekmiştir. Güneş Enerjisi örneğini göz önüne aldığımızda son 10 yıllık süreçte kurulu gücü 0 olarak görülen enerji alanları 2018 sonlarına doğru devlet teşvikleri ile 5.063 Mw rakamlarına ulaşmıştır. Bu noktada devletin sağladığı 10 yıllık fiyat garantisinin etkisi büyük olmuştur. Oluşturulan bu olumlu durum cari açığa hem doğrudan hem de dolaylı olarak iki türlü etki yapmıştır. Bunlardan birincisi özellikle dış ticaret açığı içerisinde büyük payı bulunan enerjinin iç piyasada üretiminin artırılması sağlanmış ve dış ticaret açığı içerisindeki payı doğrudan azaltıcı rol oynamıştır. Başlangıçta kurulan elektrik santralleri üretim aşamasında, dış ticaret açığını azaltıcı etki oluştursa da, kurulum aşamasında kullanılan ithal mallar nedeniyle etkisi piyasaya tam olarak yansıtılamamıştır. Fakat yatırımcıların bu alana yönelmesi ile birlikte kurulumda kullanılan malzemeler, yerli üreticilerin piyasaya ilgi duymasını sağlanmış ve bugün kurulmak istenen bir güneş santralinin, %80 oranında yerli malzemeler kullanılarak tamamlanabilmesi mümkün olmaktadır. Özellikle panel üreticileri kurdukları tesislerle hem iç piyasaya hem de dış piyasaya satış yaparak dış ticaret açığı içerisindeki enerji kalemine hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkilerini göstermektedir. Genel maliyetlere baktığımız zaman ithal girdi ile tamamlanan santraller ile yerli ürün kullanılarak tamamlanan santraller arasında maliyet farkı oluşması beklentisi ile yatırımcıların bu alana daha fazla ilgi duyması sağlanmaktadır.

Enerji girdi maliyetlerindeki artış, devletin bu alanda yaptığı teşvik çalışmaları, yenilenebilir enerji alanında yapılan yatırımlarının hızlanmasında öncü rol oynamaktadır. Özellikle bu alanda küçük yatırımcılar etkili olmuş ve bu etkinin ortaya

çıkmasında kamu teşviklerinin oynadığı rol oldukça önemli bir rol oynamıştır. Bu noktada yatırımların önümüzdeki dönemlerde de hızlı bir şekilde artması için devletin üzerinde çalıştığı enerji politikalarında mutlaka yenilenebilir enerjinin de yer alması kaçınılmazdır. Bu durum aynı zamanda sanayi politikasının da bir parçasıdır. Türkiye yüksek teknolojili ürünlerle sanayileşmesini hızlandırmaya çalışan bir ülkedir. Yenilenebilir enerji teknolojilerinin ve yatırımlarının geliştirilmesi sanayi hamlesini tetikleyecek etki oluşturacaktır. Bu doğrultuda devlet yenilenebilir enerji hamlesini destekleyecek politikalara yer vermesi ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklı Alanları artırmak için çalışmalarını arttırması son derece gerekli görülmektedir.

Bütün bu gelişmelere bakıldığında, Türkiye gibi sanayileşen ve tükettiği enerjinin büyük bölümünü ithalat yolu ile temin eden bir ülke açısından, milli enerji kaynaklarını çeşitlendirmek ve yenilenebilir enerji kaynakları alanında enerji üretimini teşvik uygulamaları ile artırmak, hem sanayileşme hem de ekonomik büyümenin sağlanması noktasında önemli bir husustur. Söz konusu teşvik uygulamaları ve enerji politikaları başarılı sonuçlar verdiği takdirde ilerleyen yıllarda ekonomik büyüme ve dış ticaret açığının düşürülmesi noktasında istenilen hedeflere ulaşmak mümkün olacaktır.

**KAYNAKLAR**


Abay, C. ve diğerleri (2001). *Türkiye'deki Tarımsal Destek Harcamalarının Enflasyonist Etkilerinin Ekonometrik Analizi Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, Proje Raporu 2001-21*. Ankara, Türkiye.

Ağır, H. Ve Kar, M. (2010). Türkiye'de Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Gelişmişlik Düzeyi İlişkisi: Yatay Kesit Analizi. *Sosyoekonomi Dergisi, Özel Sayı 2010-EN/10EN07*, 150-176.

Akın, G. (2016). Yozgat İlinin Jeotermal Kaynakları ve Özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi, 37,* 100-112.

Aneke, M. ve Wang, M. (2016). Energy storage technologies and real life applications – A state of the art review. *Applied Energy*, *179*, 350-377.

Astariz, S. ve Iglesias, G. (2015). The economics of wave energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 397-408.

Bayrak, M. ve Esen, Ö. (2014). Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 28*, 139-158.

Çelikkaya, A. (2017). Yenilenebilir Enerjinin Teşvikine Yönelik Uluslararası Kamu Politikaları Üzerine Bir İnceleme. *Maliye Dergisi, 172*, 52-84.

Dikmen, A. Ç. (2019). Türkiye'de Güneş ve Rüzgar Enerjisinden Elektrik Üretiminin Sera Gazı Emisyonları ve Çevre Maliyetinin Azalmasına Katkıları, Uluslararası Balkan Üniversitesi, Turkish Studies Dergisi, 14, 276-293, http://www.turkishstudies.net/files/turkishstudies/687526772_15DikmenAbdulvahap%C3%87a%C4%9Fatay-275-293.pdf, Erişim 27.08.2019

EİA (2019). *Biomass and the Environment.* Erişim: 20.02.2019, https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=biomass_environment

EİA Short Term Energy Outlook (2019). Biomass and the Environment. Erişim: 25.08.2019, https://www.eia.gov/outlooks/steo/marketreview/crude.php

EİGM (2015). *2015 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu.* Erişim: 22.04.2019, https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari

EİGM (2016). *2016 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu.* Erişim: 22.04.2019, https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari

EİGM (2017). *2017 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu.* Erişim: 22.04.2019, https://www.eigm.gov.tr/tr-TR/Denge-Tablolari/Denge-Tablolari

EİGM (2019) *EİGM Raporları.* Erişim: 15.04.2019, https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/EIGM-Raporlari

Enerdata (2017). *Total energy consumption 2017.* Erişim: 22.01.2019, https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html

Enerdata (2018). *Global Energy Statistical Yearbook 2018.* Erişim: 22.01.2019, https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html

EPDK (2017). *Elektrik Piyasası Piyasa Gelişim Raporu.* Erişim: 21.01.2019, https://www.epdk.org.tr/Detay/Icerik/3-0-24/elektrikyillik-sektor-raporu

Ersoy, A. Y. (2012). OECD Ülkelerinde Ekonomik Büyüme Odaklı Enerji Tüketiminin Ekonometrik Modeli. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 21,* 339-356.

EUAS (2017). *Yıllık Faaliyet Raporu.* Erişim: 10.04.2019, http://www.euas.gov.tr/Documents/yillik_raporlar/E%C3%9CA%C5%9E%202017%20Y%C4%B1ll%C4%B1k%20Faaliyet%20Raporu.pdf

EUAS (2018). *Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu*. Erişim: 10.05.2019, http://www.euas.gov.tr/Documents/EUAS-Sektor_Raporu2018.pdf

GEKA (2017). *Lisanssız GES Yatırımlarına Yönelik Bilgi Notu.* Erişim: 19.05.2019, http://geka.gov.tr/Dosyalar/o_1co51i0p31ovjf7q1evl1p88khge.pdf

Ghali, K.H. ve El-Sakka, M.I.T. (2004). Energy Use and Output Growth in Canada: A Multivariate Cointegration Analysis. *Energy Economics, 24,* 355-365.

Ghosh, S. (2002). Electricity Consumption and Economic Growth in India. *Energy Policy, 30,* 125-129.

Güneş, A. M. (2014). Çevre ve Hukuk Perspektifinden Hidroelektrik Santrallerine İlişkin Bazı Tespitler. *Türkiye Adalet Akademisi Dergisi, 18,* 29-78.

HERDEM. (2014). *Türkiye Yenilenebilir Enerji Sektöründe Teşvikler*. Erişim: 29.05.2019, http://herdem.av.tr/tr/turkiye-yenilenebilir-enerji-sektorundeki-tesvikler/

IEA (2018). *Renewables.* Erişim: 25.03.2019, https://www.iea.org/renewables2018/

IEA Hydrogen (2017). *Global trends and outlook for hydrogen.* Erişim: 25.03.2019, http://ieahydrogen.org/pdfs/Global-Outlook-and-Trends-for-Hydrogen_WEB.aspx

IRENA (2014). *Wave Energy Technology Brief.* Erişim: 18.02.2019, https://www.irena.org/documentdownloads/publications/wave-energy_v4_web.pdf

Jacobsson, S. ve diğerleri (2009). EU renewable energy support policy: Faith or facts? *Energy Policy, 37,* 2143-2146.

Karagöl, E.T. ve Kavaz, İ. (2017). Dünya'da ve Türkiye'de Yenilenebilir Enerji. *SETA, 197.*

Kaya, K. ve Koç, E. (2015). Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi. *Mühendis ve Makina, 56,* 61-68.

Kesbiç, C. Y. ve Er, A. S. (2017). Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: AB Ülkeleri ve Türkiye İçin Bir Panel Veri Analizi. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi, 4,* 135-154.

Keskin, R. (2017). Yapısal Kırılmalar Altında Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve Petrol Tüketimi Arasındaki İlişki. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 24,* 877-892.

Kılıç, F. Ç. (2015). Güneş Enerjisi, Türkiye'deki Son Durumu ve Üretim Teknolojiler. *Mühendis ve Makina, 671,* 28-40.

Koç, E. ve Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu. *Mühendis ve Makina, 668, 36*-47.

Köse, S. (2000). *24 Ocak 1980 ve 5 Nisan 1994 İstikrar Programları Çerçevesinde Yapılan Hukuki ve Kurumsal Düzenlemelerin Mukayeseli Analizi.* Erişim Tarihi: 24.08.2019. http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/SalihKOSE.pdf

Kruse, F. (2014). *Oil Politics: The West and its desire for energy security since 1950.* Hamburg: Anchor Academis Publishing.

Mehrara, M. (2007). Energy Consumption and Economic Growth: The Case of oil Exporting Countries. *Energy Policy, 35,* 2939-2945.

Mohammadi, A. ve Mehrpooya, M. (2018). A comprehensive review on coupling different types of electrolyzer to renewable energy sources. *Energy, 158,* 632-655.

Oktay, S. ve Dalyancı, L. (2011). Türkiye Ekonomisinde Para Politikası ve Enflasyon Arasındaki İlişkinin Analizi. *Marmara Üniversitesi İ. İ. B. F. Dergisi, 31,* 2.

Ömürgönülşen, M. (2016). Türkiye'deki rüzgâr enerjisi santrallerinin göreli etkinliklerinin veri zarflama analizi ile ölçümü. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 34,* 79-96.

Önder, H. ve Polat, A. (2018). Enerji tüketiminin GSYİH ile ilişkisi: OECD ülkeleri panel veri analizi. *Marmara İktisat Dergisi, 2,* 105-116.

Özil, E. ve diğerleri (2013). *Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği Cilt 1.* İstanbul, Türkiye: TESAB

Regjeringen (2016). *Renewable energy production in Norway*. Erişim: 01.01.2019, https://www.regjeringen.no/en/topics/energy/renewable-energy/renewable-energy-production-in-norway/id2343462/

Regnier, E. (2007). Oil and energy price volatility. *Energy Economics, 29,* 405-427.

Rusu, E. ve Onea, F. (2016). Estimation of the wave energy conversion efficiency in the Atlantic Ocean close to the European islands. *Renewable Energy, 85,* 687-703.

SBB (2006). *Dokuzuncu kalkınma planı.* Erişim: 28.03.2019, http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Dokuzuncu-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-2007-2013%E2%80%8B.pdf

SBB (2019). *2019 yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı.* Erişim: 09.05.2019, http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/2019_Yili_Cumhurbaskanligi_Yillik_Programi.pdf

SBB (2019). *Ekonomik ve Sosyal Göstergeler, Dış Ticaret ve Ödemeler Dengesi Tablosu.* Erişim: 25.08.2019. http://www.sbb.gov.tr/ekonomik-ve-sosyal-gostergeler/#1540021488947-36394c03-3282

Saatçi, M. ve Dumrul, Y. (2013). Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme øliúkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği. *Uludağ Üniversitesi İİBF Dergisi, 32,* 1-24.

Selverston S. ve diğerleri (2016). In-tank hydrogen-ferric ion recombination. *Journal of Power Sources, 324,* 674-678.

Stern, D. Ve Cleveland, J. C. (2004). Energy and Economic Growth. *Rensselaer Working Papers in Economics,* 1-42.

Squalli, J. (2007). Electricity Consumption and Economic growth: Bounds and Causality Analyses of OPEC Countries. *Energy Economics, 29,* 1192–1205.

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019). *On birinci Kalkınma Planı 2019-203.* Erişim Adresi: http://www.sbb.gov.tr//wp-content/uploads/2019/07/On-Birinci-Kalkinma-Plani.pdf

Taban, S. (2008). *İktisadi Büyüme Kavram ve Modeller.* Ankara, Türkiye: Nobel Yayın Dağıtım.

TCBM (2019). *Ödemeler Dengesi Gelişmeleri - Mart 2019.* Erişim: 04.05.2019, https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Istatistikler/Odemeler+Dengesi+ve+Ilgili+Istatistikler/Odemeler+Dengesi+Istatistikleri/

TEDAŞ (2019). *Türkiye Elektrik Dağıtım ve Tüketim Hizmetleri.* Erişim: 29.05.2019, http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=temelist

TEİAŞ (2018). *Aylık Elektrik İstatistikleri.* Erişim: 17.01.2019, https://www.teias.gov.tr/tr/elektrik-istatistikleri

TEİAŞ (2018). *Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu 2018-2022.* Erişim: 17.01.2019, https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-09/Kapasite_Projeksiyonu_2018_2022.pdf

TEİAŞ (2018). *Sektör Raporları – Kurulu Güç*. Erişim: 22.05.2019, *http://www.teias.gov.tr/tr/sektor-raporlari*

Teke, O. (2013). *Türkiye'de Yenilenebilir Enerjinin Mevcut Durumu ve Ar-Ge Çalışmaları.* Erişim: 29.05.2019, https://www.academia.edu/14149773/T%C3%BCrkiye_nin_Ye%C5%9Fil_Enerji_AR-_GE_ve_Teknoloji_Kapasitesi

TKİ (2017). *Faaliyet Raporu*. Erişim: 30.01.2019, http://www.tki.gov.tr/depo/file/faaliyet%20raporu/2017faaliyetraporu.pdf

TMMOB (2016). *Türkiye'nin Jeotermal Kaynakları, Projeksiyonlar, Sorunlar Ve Öneriler Raporu.* Erişim: 05.05.2019, https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/5ee60fb07fcb1e1_ek.pdf

Toth, F. (2006). Oil and Nuclear Power: Past, Present, and Future. *Energy Economics, 28*, 4.

TPAO (2018). *Ham Petrol ve Doğalgaz Sektör Raporu.* Erişim: 02.02.2019, http://www.tpao.gov.tr/tp5/docs/rapor/sektor_rapor_2017.pdf

Tuna, M. (2015). Türkiye'de Çevre Toplum İlişkileri ve Çevre Sosyolojisi. *Sosyoloji Konferansları, 52,* 291-318.

TÜREB (2019). *Türkiye Rüzgar Enerjisi İstatistik Raporu.* Erişim: 22.02.2019, http://tureb.com.tr/files/bilgi_bankasi/turkiye_res_durumu/istatistik_raporu_ocak_2019.pdf

Türkay, H. (2013). Türkiye'de Cari Açık, Bütçe Açığı ve Yatırım Tasarruf İlişkisi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 14,* 253-269.

Türkyılmaz, O (2010). Türkiye'nin Enerji Görünümü. Erişim: 24.08.2019. http://www.emo.org.tr/ekler/6062f9c9931e1a0_ek.pdf

USEPA (2015). *Clean Air Act.* Erişim: 24.06.2019, https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-air-act

Usta, S. ve Alodalı, M. (2017). Enerji diplomasisi ve Türkiye. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 19,* 163-168.

Usta, S. ve Berber, M. (2017). Türkiye'de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi,* 13, 173-187.

Ünver, Ü. ve diğerleri (2015). Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Sistemler. *Mühedis ve Makine, 663,* 57-64.

Wentzel, M. ve Pouris A. (2007). The development impact of solar cookers: A review of solar cooking impact research in South Africa. *Energy Policy, 35*, 1909-1919.

World Energy Council (2017). *Geothermal.* Erişim: 05.04.2019, https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/geothermal/

World Energy Council (2016). *Hydropower.* Erişim: 05.04.2019, https://www.worldenergy.org/data/resources/resource/hydropower/

World Energy Council (2017). *Trilemma.* Erişim: 05.04.2019, https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2017/11/World-Energy-Trilemma-2017_Full-report_WEB.pdf

World Nuclear (2018). *Performance Report*. Erişim: 05.03.2019, http://www.world-nuclear.org/getmedia/b392d1cd-f7d2-4d54-9355-9a65f71a3419/performance-report.pdf.aspx

WTEx (2017). *Electricity Exports by Country*. Erişim: 17.05.2019, http://www.worldstopexports.com/electricity-exports-country/

WTEx (2018). *Coal Imports by Country*. Erişim: 17.05.2019, http://www.worldstopexports.com/electricity-exports-country/

WTEx (2019). *Crude Oil Imports by Country*. Erişim: 17.05.2019, http://www.worldstopexports.com/crude-oil-imports-by-country/

Yaman, M. ve Haşıl, F. (2017). Çevre Sorunları Açısından Hidroelektrik Santralleri (HES) Üzerine Bir Araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Afro-Avrasya Özel Sayısı*, 143-151.

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

YEGM (2018). *Biyokütle.* Erişim: 16.03.2019, http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle.aspx

Yeldan, E. (2005). Türkiye Ekonomisi'nde Dış Açık Sorunu ve Yapısal Nedenleri. *Çalışma ve Toplum,* 4, 47-60.

Yıldırım, C. ve Dağdemir, Ö. (2018). Türkiye'de Ekonomik Büyüme ve Elektrik Tüketimi İlişkisi. *Sakarya İktisat Dergisi, 7,* 57-76.

Yıldırım, K. ve diğerleri (2009). *Makro Ekonomi 8. Basım.* Ankara, Türkiye: Seçkin Yayıncılık

Yıldırım, M. ve Örnek, İ. (2007). Enerjide Son Seçim: Nükleer Enerji. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6*, 32-44.

Yılmaz, O. ve Hotunluoğlu, H. (2015). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye. *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2,* 74-97.

Yurdakul, F. ve Cevher, E. (2015). Determinants of Current Account Deficit in Turkey: The Conditional and Partial Granger Causality Approach. *Procedia Economics and Finance, 26,* 92-100.

Yücel, F. B. (1994). *Enerji Ekonomisi.* İstanbul, Türkiye: Febel Yayınları.