



SIVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Maliye Ana Bilim Dalı

**TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINA
YÖNELİK TEŞVİKLER VE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN
EKONOMİK ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ali Furkan ORUN

Sivas
Haziran 2021

SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Maliye Ana Bilim Dalı

**TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINA
YÖNELİK TEŞVİKLER VE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN
EKONOMİK ETKİLERİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ali Furkan ORUN

Tez Danışmanı
Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin DEMİRGİL

Sivas
Haziran 2021

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Yüksek Lisans/Doktora/Sanatta Yeterlik tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımda bu çalışmaların ilgili bölümlerini doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Başkalarına ait alıntılanan tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dahil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini, tırnak içerisinde veya farklı dizerek verdiğim yine başka yazarlara ait olup fakat kendi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız olarak kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

Ali Furkan ORUN

ÖNSÖZ

Tez çalışmasına başladığım andan itibaren bilimsel birikimi ve eğitim tecrübesiyle her konuda desteğini esirgemeyen danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Bünyamin Demirgil'e ve sayın jüri üyelerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Eğitim hayatım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen, bana ait inanç ve güvenlerini her zaman hissettiğim değerli aileme ve süreç içerisinde desteğini esirgemeyen yol arkadaşım Eylem Erdoğan'a tüm kalbimle teşekkür ederim.

Ali Furkan ORUN

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
KISALTMALAR	v
TABLolar LİSTESİ.....	vii
ÖZET.....	xi
ABSTRACT	xiii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM.....	3
1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TÜRKİYE’DEKİ GENEL GÖRÜNÜMÜ	3
1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	3
1.1.1. Güneş enerjisi	3
1.1.2. Rüzgâr enerjisi.....	5
1.1.3. Biyokütle enerjisi	6
1.1.4. Jeotermal enerji	7
1.1.5. Hidroelektrik enerji	8
1.1.6. Okyanus ve deniz kökenli enerji	11
1.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Genel Görünümü	13
1.2.1. Türkiye’de güneş enerjisi	13
1.2.2. Türkiye’de rüzgâr enerjisi	15
1.2.3. Türkiye’de biyokütle enerjisi	17
1.2.4. Türkiye’de jeotermal enerji	19
1.2.5. Türkiye’de hidroelektrik enerjisi.....	20
1.2.6. Türkiye’de okyanus ve deniz kökenli enerji	23
İKİNCİ BÖLÜM	25
2. YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINA YÖNELİK TEŞVİKLER VE TÜRKİYE UYGULAMALARI	25
2.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Yönelik Teşvikler	25
2.1.1. Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik vergi dışı teşvikler	25
2.1.1.1. Tarife garantisi.....	26
2.1.1.1.1. Piyasa fiyatından bağımsız tarife garantisi modelleri ..	26
2.1.1.1.1.1. Sabit fiyat tarife garantisi modeli	27
2.1.1.1.1.2. Enflasyona ayarlı tarife garantisi modeli	28

2.1.1.1.1.3. Ödemelerin yıllar itibarıyla azaldığı tarife garantisi modeli	28
2.1.1.1.1.4. Spot piyasa açığı tarife garantisi modeli	28
2.1.1.1.2. Piyasa fiyatına bağımlı tarife garantisi modelleri.....	29
2.1.1.1.2.1. Primli fiyat tarife garantisi modeli	29
2.1.1.1.2.2. Değişken prim garantisi modeli	29
2.1.1.1.2.3. Elektriğin perakende fiyatının yüzdesi modeli	30
2.1.1.2. Yenilenebilir portföy standardı	30
2.1.1.3. Net ölçüm.....	31
2.1.1.4. İhale (teklif) sistemi	32
2.1.2. Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik vergi teşvikleri	32
2.1.2.1. Gelir üzerinden alınan vergilerdeki teşvikler.....	33
2.1.2.1.1. Yatırım vergi teşvikleri	33
2.1.2.1.2. Üretim vergi teşvikleri	33
2.1.2.1.3. Hızlandırılmış amortisman	34
2.1.2.1.4. Ar-Ge vergi indirimleri	35
2.1.2.1.5. Vergi tatili	35
2.1.2.2. Harcamalar üzerinden alınan vergilerdeki teşvikler	36
2.1.2.2.1. KDV indirimleri	36
2.1.2.2.2. ÖTV istisnası.....	36
2.1.2.2.3. İthalat (gümrük) vergisi indirimleri.....	37
2.1.2.3. Emlak vergisi indirim/iade/istisnası.....	37
2.1.2.4. Geleneksel enerji kaynaklarından vergi alınması	38
2.2. Türkiye’de Yenilebilir Enerji Yatırımlarına Yönelik Teşvik Uygulamaları..	39
2.2.1. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik vergi dışı teşvikler.....	40
2.2.1.1. Tarife garantisi teşvikleri (yerli katkı ilavesi ve sabit fiyat garantisi)	41
2.2.1.2. Lisans ücretinden muafiyet.....	47
2.2.1.3. İhale yöntemi ile teşvik.....	48
2.2.2. Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımına yönelik vergisel teşvikler	48
2.2.2.1. Kurumlar vergisi ve KDV istisnası.....	48
2.2.2.2. Damga vergisi istisnası	49

2.2.2.3. 2012/3305 sayılı yatırımlarda devlet yardımları hakkında karar	49
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	51
3. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN EKONOMİK ETKİLERİ. 51	51
3.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi	51
3.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Ekonomik Etkisi	55
3.2.1. Ekonomik büyüme üzerindeki etkisi	55
3.2.2. İstihdam üzerindeki etkisi	57
3.2.3. Enerjide dışa bağımlılığa ve arz güvenliği üzerine etkisi.....	63
3.2.4. Cari açık üzerindeki etkisi.....	67
3.2.5. Sürdürülebilir kalkınma ve çevre üzerindeki etkisi.....	70
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	77
KAYNAKÇA	81
ÖZGEÇMİŞ.....	95



KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
API	: Amerikan Petrol Enstitüsü
BP	: British Petroleum
EIA	: Amerikan Enerji Bilgi Dairesi
EİGM	: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GSYH	: Gayri Safi Yurt İçi Hasıla
GW	: Gigawatt
GWh	: Gigawatt saat
HES	: Hidroelektrik Santrali
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IRENA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
MTEP	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	: Megawatt
MWe	: Megawatt Elektrik
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler
REN21	: 21. Yüzyıl Yenilenebilir Enerji Politika Ağı
RES	: Rüzgâr Enerji Santrali
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEP	: Ton Eşdeğer Petrol
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
TWh	: Terawatt saat
WCA	: Uluslararası Kömür Kurulu
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kanunu
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
Tablo 1.	Biyokütle Kaynakları Kullanılan Çevrim Teknikleri, Bu Teknikler Kullanılarak Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulama Alanları	7
Tablo 2.	Bölgelere Göre Ortalama Rüzgâr Gücü Yoğunlukları	16
Tablo 3.	Jeotermal Enerji Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri	20
Tablo 4.	Hidroelektrik Santrallerin Genel Durumu	21
Tablo 5.	Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları	23
Tablo 6.	Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Destek Tarifeleri	42
Tablo 7.	Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojileri İçin Yerli Ekipman İlavesi	43
Tablo 8.	YEK İçin 6094 Sayılı Kanunun I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı, Üretilen Enerji ve Ödenen Teşvik Miktarları	44
Tablo 9.	01/07/2021 Tarihinden 31/12/2025 Tarihine Kadar İşletmeye Girecek YEK Belgeli Üretim Tesisleri İçin Güncellemeye Esas YEK Destekleme Mekanizması ile Yerli Katkı Fiyatları ve Uygulama Süreleri	46
Tablo 10.	Yenilenebilir Enerji Potansiyellerinin Kurulu Güç Payları (MW)	53
Tablo 11.	Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi Gelişimi (MWh)	54
Tablo 12.	Türkiye’de GSYH, Büyüme Oranları ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Toplam Üretimleri	56
Tablo 13.	Seçilmiş Ülkelerin 2019 Yılı Yenilenebilir Enerji Alanında İstihdam Durumları (Milyon)	62
Tablo 14.	Türkiye’nin İthalat ve GSYH Verileri (1999–2019, Milyar Dolar, %)	65
Tablo 15.	Türkiye’nin Enerji Denge Tablosu (2000-2019)	69



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
Şekil 1.	Güneşle İlgili Bazı Büyüklükler	4
Şekil 2.	HES Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2019 (%)	10
Şekil 3.	Hidroelektrik Enerji Tüketiminde Lider Ülkeler, 2019, MTEP	10
Şekil 4.	Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası	14
Şekil 5.	Rüzgâr Üretiminin Toplam Tüketimi Karşılama Oranı	16
Şekil 6.	Türkiye’de İllere Göre Biyokütle Potansiyel Dağılımı	17
Şekil 7.	Biyokütle Enerjisi Açısında Genel Bilgiler (2020)	18
Şekil 8.	Türkiye’de Jeotermal Kaynak Alanları ve Sıcaklık Dağılımı	19
Şekil 9.	Jeotermal Enerjiden Yıllık Elektrik Üretimi	20
Şekil 10.	Türkiye Hidroelektrik Potansiyel Haritası	22
Şekil 11.	1985-2017 Yılları Arasında Türkiye Toplam Kurulu Gücü ile Hidrolik Kurulu Güç	22
Şekil 12.	Türkiye’de 2009-2019 Dönemi Büyüme Oranları ve YEK’den Sağlanan Toplam Enerji Üretim Miktarları	57
Şekil 13.	Yenilenebilir Enerji Kullanımının Net İstihdam Etkisi	58
Şekil 14.	Küresel Yenilenebilir Enerji İstihdamı (milyon)	60
Şekil 15.	2019 Yılı Yenilenebilir Enerji İstihdam Oranları (Küresel)	61
Şekil 16.	Türkiye’nin Enerjide Dışa Bağımlılığı (1999-2019, %)	64
Şekil 17.	Enerji İthalatı ve Cari İşlemler Dengesi (1999-2020) (%)	68
Şekil 18.	Türkiye’nin Enerji Hariç Cari İşlemler Dengesi (Yıllık)	70
Şekil 19.	Türkiye’nin Sera Gazı Emisyonları (2000-2018) (milyon ton)	73
Şekil 20.	Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyon Oranları (2018)	74



ÖZET

Yenilenebilir enerji doğada tabii olarak bulunan ve kendisini sürekli yenileyebilen enerji kaynaklarıdır. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik ve okyanus-deniz kökenli enerjilerdir. Dünya genelinde hızla artan nüfus ile bağlantılı olarak teknoloji ve sanayi sektöründeki gelişmeler sonucu enerji ihtiyacı artış göstermiştir. Fosil yakıtların dünyada dengeli bir dağılım göstermemesi ve çevreye karşı meydana getirdiği zararlar yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgiyi artırmıştır.

Enerji ihtiyacını %70 civarında dışa bağımlı olarak karşılayan Türkiye için yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanılması büyük önem taşımaktadır. Bulunduğu konum itibarıyla yenilenebilir kaynaklar bakımından potansiyeli yüksek olan Türkiye'nin potansiyel bakımından daha düşük ülkelerle kıyaslandığında bu kaynakları yeterince değerlendiremediği anlaşılmaktadır.

Çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerjide artışın sağlanabilmesi için dünyada ve ülkemizde sektöre verilen teşvikler, yenilenebilir enerjinin ülkemizdeki potansiyeli ve kaynakların dünyada ve ülkemizde sağladığı ekonomik sonuçlar incelenerek yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yenilenebilir Enerji, Teşvik, Ekonomi.



ABSTRACT

Renewable energy is energy resources that are naturally found in nature and can renew itself continuously. Major renewable energy sources are solar, wind, biomass, geothermal, hydroelectric and ocean-sea-based energies. In connection with the rapidly increasing population around the world, the energy need has increased as a result of the developments in the technology and industry sector. The lack of a balanced distribution of fossil fuels in the world and the damages they cause against the environment have increased the interest in renewable energy sources.

Utilizing renewable energy resources is of great importance for Turkey, which meets its energy needs around 70% as foreign dependent. It is understood that Turkey, which has a high potential in terms of renewable resources due to its location, cannot adequately utilize these resources when compared to countries with lower potential.

In this study, the incentives given to the sector in the world and in our country in order to increase the energy obtained from renewable energy sources, the potential of renewable energy in our country and the economic consequences of the resources in the world and in our country were examined and the importance of renewable energy sources was tried to be revealed.

Keywords: Renewable Energy, Incentive, Economy.



GİRİŞ

Sanayi devrimi ile gerçekleşen kitlesel üretim ve nüfus artışı üretim girdisi olan enerjinin kullanım miktarında artışa sebep olmuştur. Uzun yıllar boyunca enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan karşılayan ülkeler rezervlerin azalmasıyla ve fosil yakıtların kullanımı sonucu oluşan çevresel zararlardan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilginin artmasına sebep olmuştur. Fosil kaynaklı enerjilerin yerine yenilenebilir, çevreci, doğa dostu enerji kaynaklarını kullanmak sosyal ve ekonomik açıdan ülkelerin geleceklerine katkı sağlayacaktır. Özellikle Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı olan ve cari açığının büyük bir kısmı enerji ithalatından kaynaklanan ve jeopolitik açıdan yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek olan ülkeler için yenilenebilir enerji önem ifade etmektedir.

1973 yılında yaşanan petrol krizi, Petrol İhraç Eden Arap Ülkeler Birliği'nin Yom Kippur savaşında İsrail'e destek veren ülkelere karşı petrol ihracatını engellemesi ve Arap ülkelerinin petrolden elde ettikleri geliri arttırmak amacıyla petrol fiyatlarını yükseltmesi enerji arz sorununu ortaya çıkarmış ve enerji arz güvenliği sorununu gözler önüne sermiştir. Yaşanan bu sorun ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesine neden olmuştur.

Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik teşvikler ve yenilenebilir enerjinin ekonomik etkilerinin incelendiği bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın birinci bölümünde yenilenebilir enerji kaynaklarının neler olduğu açıklandıktan sonra yenilenebilir enerji kaynaklarından; güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik ve deniz kökenli yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'deki mevcut durumları tablo ve şekil yardımıyla değerlendirilmektedir. Çalışmanın ikinci bölümünde yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik verilen teşvikler hakkında bilgiler verildikten sonra Türkiye'de yenilenebilir enerjiye yönelik uygulanan teşviklerin neler olduğu incelenmektedir. Çalışmanın üçüncü bölümünde ise Türkiye'de yenilenebilir enerjinin ekonomik yapı için önemi vurgulanarak yenilenebilir enerjinin büyüme, istihdam, enerjide dışa bağımlılık, cari açık, enerji arz güvenliği, sürdürülebilir kalkınma ve çevre gibi ülke ekonomisine olan etkileri araştırılmaktadır.



BİRİNCİ BÖLÜM

1. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE TÜRKİYE'DEKİ GENEL GÖRÜNÜMÜ

Çalışmanın bu bölümünde yenilenebilir enerji kaynakları çeşitleri açıklandıktan sonra Türkiye'de bulunan kaynaklar; güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik ve deniz kökenli enerjilerin mevcut durumları tablo ve şekiller yardımıyla incelenmektedir.

1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji kaynakları tanım olarak doğal ve kendini sürekli olarak yenileyebilen enerji kaynakları olarak ifade edilmektedir. Yerli üretimden elde edilen enerji olarak yenilenebilir enerji, dışa bağımlılığın azaltılması hususunda da öncü rol oynamaktadır. Başlıca yenilenebilir enerji kaynakları güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik ve dalga-deniz kökenli enerjilerdir. Yenilenebilir enerjinin kaynağı doğal kaynaklardır. Güneş ışığı, rüzgâr, yağmur, jeotermal ısı ve akıntılar yenilenebilir enerjinin kaynağını oluşturmaktadır (Karagöl, Kavaz 2017: 7).

1.1.1. Güneş enerjisi

Güneşin çekirdeğinde yer alan hidrojen gazının helyuma dönüşmesi ile açığa çıkan enerjiye güneş enerjisi denir (YEGM 2016). Güneş canlı yaşamının devamı için önemli bir enerji kaynağıdır. Güneş Dünya'ya yaklaşık 150 milyon km uzaklıktadır. Dünyamız hem kendi eksenini etrafında dönmekte hem de güneş etrafında dönmektedir. Bu dönme ekliptik bir yörüngede olduğundan dolayı dünyaya gelen enerji günlük ve yıllık olarak değişmektedir. Güneşten gelen ışınların sadece %50'si yeryüzüne ulaşırken, %30'u geri yansımaya kaybolur ve %20'side atmosfer ve bulutlar tarafından tutulmaktadır. Buna karşın güneşten dünyamıza gelen enerji dünyada bir sene içinde kullanılan enerjinin 20 bin katını oluşturmaktadır (Bilgin 2012: 13).

GÜNEŞ	
Çap	1.391.980 km (109 Dünya çapı)
Kütle	1.989.100x10 ²⁴ kg (333.000 Dünya)
Hacim	1.412.000x10 ¹² km ³ (1.304.000 Dünya)
Dünya'dan Uzaklık	Minimum 147.100.000 km Ortalama 149.600.000 km Maksimum 152.100.000 km
Merkez Basıncı	2,477x10 ¹¹ bar
Merkez Sıcaklığı	1,571x10 ⁷ K
Merkez Yoğunluğu	1,622x10 ⁵ kg/m ³
Merkez Bileşini	% 35 H, % 63 He, % 2 C, N, O . .
Yaşı	4,57 Milyar yıl

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi 2009.

Şekil 1. Güneşle İlgili Bazı Büyüklükler

Güneş enerjisi tarih boyunca kullanılagelmiş bir enerji kaynağıdır. Alet kullanılarak güneş enerjisinden faydalanılması M.Ö. 215'te Arşimed'in güneş ışınlarını odaklayarak Roma gemilerini yakması şeklinde olmuştur. Modern anlamda kullanımı ise özellikle 18.yy.'da güneş kolektörlerinin kullanılmasıyla başlamıştır. 1970'lerden sonra güneş enerjisinden yararlanmak için geliştirilen teknolojiler ve yatırım maliyetlerinin azalması güneş enerjisine ilgiyi artırmıştır (Yenisey 2015: 20). Güneş enerjisinin yakıt maliyetinin olmaması, işletme maliyetlerinin düşük olması, doğaya ve çevreye karşı zararlı etkisinin olmaması, atık sorununun olmaması, her türlü arazi yapısında yararlanılmasının mümkün olması, tükenmeyen ve kendini yenileyebilme özelliğine sahip olması gibi avantajlara sahiptir. Fakat bu avantajlarının yanında olumsuz etkileri de yok değildir. Yatırım maliyetlerinin yüksek olması, geniş kullanım alanlarına ihtiyaç duyulması, iklim ve coğrafi koşullardan etkilenmesi, gelen enerjinin kesintili ve değişken olması gibi olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bu olumsuz etkilerin yok edilmesi için gereken teknolojilerin geliştirilmesi kapsamında bilimsel faaliyetler sürdürülmektedir (Sağdıç 2012: 27). Güneş enerjisi sıcak su üretiminde, bitkisel ürünlerin kurutulmasında, seraların ısıtılmasında, deniz suyunun damıtılmasında ve özellikle de elektrik üretiminde kullanılan yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Güneş enerjisi teknolojileri teknik, malzeme ve teknolojik düzey bakımından farklılık göstermekle beraber fotovoltaik güneş teknolojileri ve ısı güneş teknolojileri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (YEGM 2016). Fotovoltaik hücreler (PV), üzerine

düşen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren yarı iletken maddelerdir. Fotovoltaik sistemler şebekeye bağımlı sistemler ve şebekeden bağımsız sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Şebekeye bağlı sistemlerde kullanıcı fotovoltaik sistemin ürettiği enerjiyi kullanırken yeterli enerji sağlanamadığı durumlarda şebeke bağlantısını kullanarak enerji ihtiyacını karşılamaktadır. Fotovoltaik sistemden üretilen enerji tüketimden fazla ise şebekeye aktararak enerji satışı da gerçekleştirilebilmektedir (Sarıkaya 2011). Şebekeden bağımsız sistemlerde ise üretilen elektrik enerjisi akülerde depolanarak istenilen zamanda enerji ihtiyacı bu akülerden sağlanabilmektedir. Bu sistem daha çok yerleşim yerlerine uzak olan, elektrik şebekesinin olmadığı ve jeneratöre yakıt taşımanın zor ve pahalı olduğu yerlerde kullanılmaktadır (Sağdıç 2012: 28).

Isıl güneş teknolojilerinde ise ilk olarak ısı elde edilir. Elde edilen bu ısı direkt olarak kullanılabilceği gibi elektrik enerjisi üretiminde de kullanılabilir. Isıl güneş teknolojileri düşük sıcaklık sistemleri ve yoğunlaştırıcı sistemler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Düşük sıcaklık sistemleri güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı şeklinde devreden çeşitli tür ve şekillerdeki aygıtlardır. En çok evlerde su ısıtma amaçlı kullanılmaktadır. Yaklaşık 70°C'ye kadar sıcaklıklara ulaşmaktadır (YEGM 2016). Yoğunlaştırıcı sistemler daha yüksek sıcaklıklara ulaşmak için kullanılan sistemlerdir. Parabolik oluk kollektörler, parabolik çanak sistemler ve merkez alıcı sistemler yoğunlaştırıcı sistemlerin en yaygın olarak kullanılanlarıdır (YEGM 2016).

1.1.2. Rüzgâr enerjisi

Güneş enerjisinin karaları, denizleri ve atmosferi homojen olarak ısıtmamasından dolayı yeryüzünde sıcaklık ve basınç farkları oluşmaktadır. Basınç farkından dolayı yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru meydana gelen hava hareketine ise rüzgâr denir (YEGM 2016). Rüzgâr enerjisinin oluşmasındaki temel etken güneş enerjisidir. Rüzgâr enerjisi dönüşüme uğramış güneş enerjisi olarak da nitelendirilmekte ve yeryüzüne ulaşan güneş enerjisinin yaklaşık %2'si rüzgâr enerjisine dönüşmektedir. Rüzgârın özellikleri yerel coğrafi farklılıklardan, bölgelerin topografik yapılarından ve yeryüzünün farklı ısınmasından dolayı zamansal ve bölgesel olarak farklılık göstermektedir. Rüzgârın potansiyeli esiş hızına, esiş yönü ve esiş süresi gibi faktörlere göre belirlenmektedir (Özen, Şaşmaz, Bahtiyar 2015: 87).

Rüzgâr enerjisinden yararlanma fikri çok eski tarihlere dayanmaktadır. Tahıl öğütme, kuyudan su çekme, yelkenli gemilerin yüzdürülmesi gibi işlerde rüzgâr enerjisinin kullanıldığı bilinmektedir. Eski çağlardan beri rüzgârın gücünden faydalanmış olan insanoğlu ilk olarak 1891 yılında Danimarka’da rüzgâr enerjisinden elektrik üretmeyi başarmıştır (Şenel, Koç 2015: 47). Rüzgâr enerjisine İkinci Dünya Savaşı sonrasında petrol fiyatlarının düşmesiyle birlikte ilgi azalmış olsa da 1970’li yıllarda artan petrol fiyatları sonrası tekrar ilgi artmaya başlamıştır. Rüzgâr enerjisine ilginin artmasıyla birlikte teknolojik gelişmelerin yaşanması rüzgâr enerjisinin kullanımını daha da yaygınlaştırmıştır (Korkmaz 2012: 66).

Rüzgâr santrallerinin ana yapı elemanı olan rüzgâr türbinleri, hareket halindeki havanın kinetik enerjisini öncelikli olarak mekanik enerjiye daha sonra da elektrik enerjisine dönüştüren sistemlerdir. Rüzgâr türbinlerinin geliştirilmesi için yapılan teknolojik çalışmalar sonrasında farklı özelliklere sahip, güç ve boyut olarak geliştirilmiş rüzgâr türbinlerinin üretilmesi rüzgâr enerjisinde önemli gelişmelerin yaşanmasını beraberinde getirmiştir (Çolak, Demirtaş 2008: 59).

1.1.3. Biyokütle enerjisi

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin 2005 tarihli 5346 sayılı Kanun’da “organik atıkların dışında bitkisel yağ atıkları, tarımsal hasat atıkları dahil olmak üzere, tarım ve orman ürünlerinden ve bu ürünlerin işlenmesi neticesinde meydana gelen yan ürünlerden elde edilen kaynaklar” şeklinde tanımlanmaktadır. Bu kaynaklardan sağlanan enerjiye ise biyokütle enerjisi denilmektedir. Bitkisel, hayvansal ve tarımsal atıklar ile organik kaynaklı sanayi ve şehir atıkları biyokütle enerjisi için önemli kaynaklardır (Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı 2012). Bu kaynaklar içerisinde orman ve odun atıkları ile hayvansal atıklar (sap, saman, tezek) klasik biyokütle enerjisini oluşturmaktadır. Bunun yanında ayçiçek, soya, aspir, pamuk, patates, buğday, mısır, pancar, keten, kenevir gibi enerji bitkileri, bitkisel ve ormansal atıklardan elde edilen biyogaz, biyodizel, biyoetanol gibi yakıtlar ile sanayi ve kentsel atıklar modern biyokütle enerjisini oluşturmaktadır (Deloitte 2014). Biyokütle enerjisi elektrik enerjisi üretimde, ısıtmada ve farklı çevrim yöntemleri kullanılarak katı, sıvı ve gaz şeklinde ulaşım araçlarında yakıt olarak kullanılmaktadır. Tablo 1’de biyokütle türlerinin

çevrim yöntemleri sonucunda elde edilen yakıtlar ve bunların kullanım alanları yer almaktadır.

Tablo 1. Biyokütle Kaynakları Kullanılan Çevrim Teknikleri, Bu Teknikler Kullanılarak Elde Edilen Yakıtlar ve Uygulama Alanları

Biyokütle	Çevrim Yöntemi	Yakıtlar	Uygulama Alanları
Orman Atıkları	Havasız Çürütme	Biyogaz	Elektrik üretimi, ısınma
Tarım atıkları	Piroliz	Etanol	Isınma, ulaşım araçları
Enerji bitkileri	Doğrudan	Yakma	Hidrojen Isınma
Hayvansal Atıklar	Fermantasyon, havasız çürütme	Metan	Ulaşım araçları, ısınma
Çöpler (Organik)	Gazlaştırma	Metanol	Uçaklar
Algler	Hidroliz	Sentetik yağ, Roketler	
Enerji ormanları	Biyofotoliz	Motorin	Ürün kurutma
Bitkisel ve Hayvansal yağlar	Esterleşme reaksiyonu	Motorin	Ulaşım araçları, ısınma, seracılık

Kaynak: YEGM 2015

Biyokütle enerjisi atıklardan elde edilen bir enerji kaynağı olduğu için atıkların çevreye vereceği olumsuzlukları telafi etmektedir. Ayrıca ulaşım araçlarında yakıt olarak kullanılması çevreye salınan zararlı gazları önlemekte ve ekonomik olarak da ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır. Biyokütle enerji kaynaklarının yetiştirilme alanlarının yaygın olması, bölgesel üretime olanak vermesi yeni iş alanları yaratmakta böylece işsizliğin azalmasına katkı sağlamaktadır. Enerji ormancılığının geliştirilmesi ülkede çölleşmeyi önlemekte, erozyonu azaltmakta ve yeşil alanların artmasını sağlamaktadır (İlleez 2019: 317).

1.1.4. Jeotermal enerji

Jeotermal enerji, yerin derinliklerindeki kayalarda biriken ısıнын oluşturduğu ve çevresindeki sulara göre daha fazla miktarda erimiş madde ve gaz içerebilen sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan elde edilen ısı enerjisine denir. Yağmur, kar, deniz ve göl sularının yer altı sularını beslemesi ve yer altına ulaşan suların magma tabakasına yakın yerlerde ısınıp kırıklı ve çatlaklı kayalardan geçerek tekrar kullanılabilir olması, zehirli gaz salınımının olmaması, temiz ve çevre dostu bir enerji kaynağı olması jeotermal enerjinin yenilenebilir enerji kaynağı olarak değerlendirilmesini sağlamıştır. (ETKB 2016).

Jeotermal enerji her bölgede aynı sıcaklık değerlerine sahip olmadığı için sıcaklık içeriğine göre düşük sıcaklık içeren sahalar (20-70°C), orta sıcaklık içeren sahalar (70-150°C) ve yüksek sıcaklık içeren sahalar (150°C'den yüksek) olmak üzere üç grupta sınıflandırılır (Yaman 2012: 88). Jeotermal enerjiden sıcaklık değerlerine göre çok geniş alanlarda doğrudan ve dolaylı bir şekilde yararlanılmaktadır. Doğrudan kullanımlarda konut, sera vb. gibi alanların ısıtılmasında, yiyeceklerin kurutulmasında, kâğıt ve dokuma sanayi gibi endüstriyel alanlarda ve borik asit, amonyum, bikarbonat gibi kimyasal maddelerin üretiminde kullanılmaktadır. Doğrudan olmayan kullanımı ise elektrik üretiminde kullanılmaktadır.

1.1.5. Hidroelektrik enerji

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretilmesidir. Hidroelektrik Santral (HES)'lerden elektrik enerjisi üretme süreci, akarsuların akış yönü önüne betondan setler çekilerek suyun belli bir irtifa kazanması ve bu yükseklikten düşürülmek suretiyle potansiyelinin artırılmasıyla başlamaktadır. Potansiyeli artırılan su, setlerin içerisine yerleştirilen çeşitli ekipmanlarla türbinlerden geçirilerek kinetik enerjiye dönüştürülmekte ve son olarak da türbine bağlı olan jeneratörlerde elektrik enerjisi üretilmektedir (Dinçer, Atik, Yılmaz, Çıngı 2017: 556).

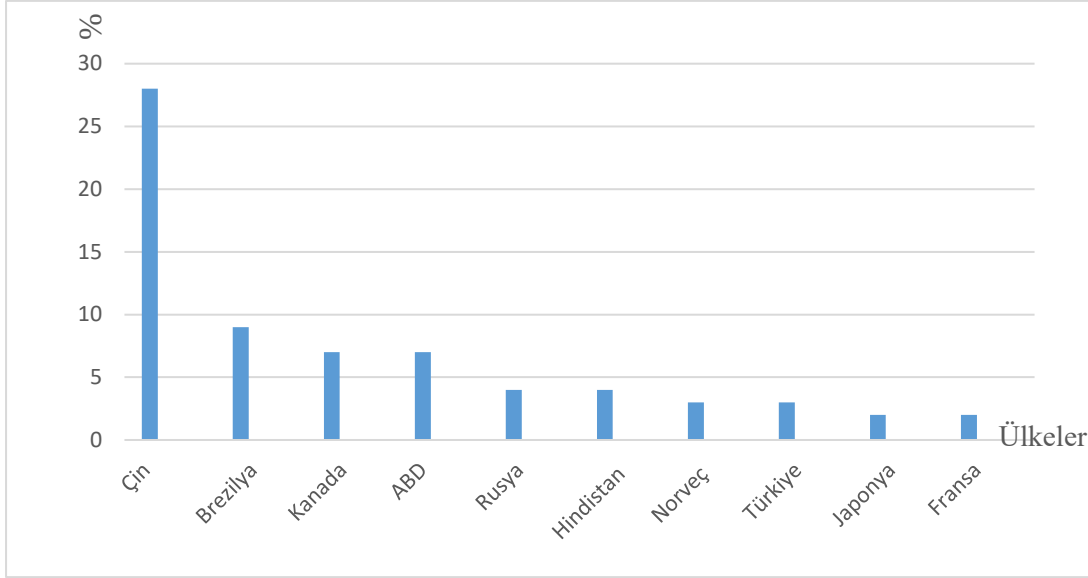
İnsanların, çok eski çağlardan itibaren suyun enerjisinden yararlandıkları bilinmektedir. Suyun enerjisinden, başlangıçta su değirmenlerinde yararlanılmakta iken günümüzde suyun enerjisiyle elektrik enerjisi üretilmektedir (Dalkır, Şeşen 2011: 14). İlk HES, 1 Ekim 1881 tarihinde İngiltere'de Wey Nehri üzerinde kurulmuştur. Santralden üretilen elektrik, bir süre sokak aydınlatmasında kullanılmış ancak sonrasında çeşitli gerekçelerle 1 Mayıs 1884 tarihinde faaliyetine son verilmiştir. İkinci HES, 30 Eylül 1882 tarihinde ABD'de Fox Nehri üzerinde faaliyete geçmiştir (Yalçın 2018: 53).

Kurulu kapasitelerine göre HES'ler: mikro, mini ve küçük ölçekli HES'ler olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Oral, Behçet, Aykut 2017: 31). 0-100 kW arası kurulu güce sahip santraller, mikro ölçekli; 101-1.000 kW arası kurulu güce sahip santraller, mini ölçekli; 1.001-10.000 kW arası kurulu güce sahip santraller ise küçük ölçekli HES'leri oluşturmaktadır. ABD ve Kanada'da küçük ölçekli HES'ler için üst

bant, 50 MW'a kadar yükseltilmekteyken Avrupa'da küçük ölçekli HES'ler için üst bant, 10 MW'dır (Dalkır, Şeşen 2011: 19-26).

Depolama durumuna göre HES'ler: depolamalı (baraj), doğal akışlı (nehir tipi) ve pompajlı rezervuarlı olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Oral, Behçet, Aykut 2017: 31). Depolamalı HES'ler, suyun önüne bir baraj çekilen ve barajın ardına bir rezervuar kurulan yapılardır. Yağışın bol olduğu dönemlerde rezervuarda biriken suyla, yağışın az olduğu dönemlerde de elektrik üretimi devam ettirilmektedir. Barajlar, elektrik enerjisi üretmek dışında debi düzenlemesinde ve taşkınların önlenmesinde de oldukça faydalı yapılardır (Dalkır, Şeşen 2011: 19-26).

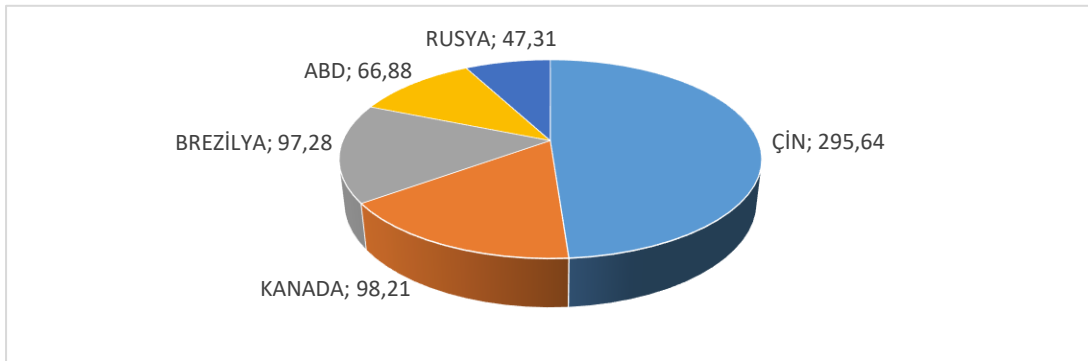
Nehir tipi santrallerde, akarsu üzerine inşa edilen bir regülatör vasıtasıyla su seviyesi yükseltilerek elektrik enerjisi üretilmektedir. Pompajlı rezervuarlı santrallerde, alt ve üst rezervuar olmak üzere iki rezervuar mevcut olup enerji talebinin az olduğu saatlerde şebekeden alınan enerji vasıtasıyla üst rezervuara pompalanarak depolanan su, enerji talebinin yoğun olduğu saatlerde üst rezervuardan alt rezervuara aktarılmakta ve bu esnada türbinler vasıtasıyla hidroelektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Pompajlı rezervuarlı santraller, üretimi artırmamakla birlikte kullanılmayan enerjiyi muhafaza ederek en ihtiyaç duyulduğu anda kullanılmasını sağlayarak arz ve talebi dengelemektedir (Dalkır, Şeşen 2011: 19-26). Küçük ölçekli HES'ler, genellikle nehir tipi olup baraj ve rezervuara duyulan ihtiyacı ortadan kaldırmaktadır (Herzog, Lipman, Kammen 2001: 41). Şekil 2'de HES Kurulu kapasitesi bakımında dünyada lider olan on ülke yer almaktadır.



Kaynak: REN21 2020: 99

Şekil 2. HES Kurulu Kapasitesinde Lider Ülkeler, 2019 (%)

2019 yılı itibarıyla hidroelektrik kapasitesi bakımından lider 10 ülke Şekil 2’de gösterilmiştir. Çin %28 oranıyla dünya genelinde hidroelektrik kapasitesiyle zirvede yer almaktadır. Çin’i %9 ile Brezilya, %7 ile Kanada takip etmektedir. 2018 yılına göre Brezilya kapasitesini 4,95 GW artırmış Çin ise 3,87 GW seviyesinde kapasitesinde artış göstermiştir. Çin’in Kurulu kapasitesi 313 GW olup onu sırasıyla Brezilya (100 GW), Kanada (81 GW), ABD (80 GW), Rusya (48 GW), Hindistan (45 GW), Norveç (30 GW), Türkiye (28 GW), Japonya (23 GW) ve Fransa (19 GW) takip etmektedir. 2018 yılında hidroelektrik kapasitesi 28 GW olan Türkiye 2019 yılında kapasitesine 0,2 GW artırmış ve hidroelektrik kapasitesi bakımından dünyada ilk 10 ülke içerisinde bulunmaktadır.



Kaynak: BP (2020b)

Şekil 3. Hidroelektrik Enerji Tüketiminde Lider Ülkeler, 2019, MTEP

2019 yılında dünya geneli hidroelektrik tüketimi, 994,7 MTEP olup tüketimin 604,7 MTEP'lik bölümünü Çin, Kanada, Brezilya, ABD ve Rusya tarafından gerçekleştirmiştir. Tüketicinin en fazla yapıldığı ülke, potansiyel ve kurulu kapasite bakımından da lider ülke konumunda olan Çin'dir. Çin'de, 295,6 MTEP hidroelektrik tüketimi gerçekleştirilmiş olup onu sırasıyla Kanada 98,2 MTEP, Brezilya 97,2 MTEP, ABD 66,8 MTEP ve Rusya 47,3 MTEP ile izlemiştir. Kurulu kapasitede Kanada'nın bir sıra önünde bulunan Brezilya, tüketim açısından Kanada'nın bir sıra gerisinde, üçüncü sırada, yer almaktadır.

1.1.6. Okyanus ve deniz kökenli enerji

Deniz ve okyanuslar, yerkürenin dörtte üçünü kaplamakta ve dünyanın enerji ihtiyacını karşılayabilecek bir potansiyeli bünyesinde barındırmaktadır. Okyanuslardan ve denizlerden enerji elde etmek için kullanılan başlıca üç yöntem; dalga, gelgit (med-cezir) ve akıntı enerjisiyle okyanusların derin ve sığ noktaları arasındaki ısı farkından yararlanarak enerji elde edilen Okyanus Termal Enerji Dönüşümü (Ocean Thermal Energy Conversion-OTEC) sistemleridir (Gülsaç 2009: 58). Ticari ölçekte dalga, gelgit ve OTEC diğer YE teknolojilerine nispeten daha yolun başında olduğu için kurulu kapasiteleri az olmakla birlikte kurulu kapasiteyi artırmaya yönelik çalışmalar oldukça hız kazanmıştır. Ticari deniz enerjisi üretim kapasitesinin, 1,7 GW'lık kısmının inşası devam etmekteyken 0,5 GW'lık kısmının inşası tamamlanmış ve faaliyete başlamış durumdadır (WEC 2016: 3-4).

Dalgalar, karaların ve suların farklı ısınması neticesinde oluşan rüzgârların, deniz yüzeyinde esmesiyle meydana gelmektedir (Gülsaç 2009: 59). Dalga hareketinin yinelenmesi, ortalama 2-8 saniye aralığında gerçekleşmektedir (Çokan 2004: 2). Dalga enerjisi, Arşimed Prensibi olarak bilinen suyun kaldırma kuvvetiyle yerçekimi arasında meydana gelen gücün alınması ilkesine dayanmaktadır (MEB 2011: 18). Deniz dalgalarından enerji üretilmesi konusunda ilk çalışmayı, 1892 yılında Stahl yapmıştır. Dalgalardan enerji elde edilmesine yönelik sistemler deniz yüzeyinde veya yüzeye yakın yerlerde kurulmaktadır. Dalga yüksekliği, dalga hareketi ve su yoğunluğuna göre dalgalardan elde edilecek enerji değişim göstermektedir. Dalga boyları yükseldikçe dalgadan elde edilecek enerjide artış göstermektedir (Gülsaç 2009: 59).

Dünya geneli toplam dalga enerjisi teorik potansiyeli, 29.500 TWh/yıl olarak tahmin edilmektedir. Dalga enerjisinin bölgesel teorik potansiyeline bakıldığı zaman Asya Bölgesi (6.200 TWh/yıl) ile Avustralya-Yeni Zelanda Pasifik Adaları (5.600 TWh/yıl) dalga enerjisi potansiyeli en fazla iki bölgedir. Bu iki bölgeyi Güney Amerika (4.600 TWh/yıl), Kuzey Amerika-Grönland (4.000 TWh/yıl), Afrika (3.500 TWh/yıl), Batı ve Kuzey Avrupa (2.800 TWh/yıl), Orta Amerika (1.500 TWh/yıl), Akdeniz-Atlantik (1.300 TWh/yıl) bölgeleri izlemektedir (WEC 2016: 7-8).

Gelgit enerjisi, güneşin ve özellikle de ayın yeryüzünde etkili olan çekim gücüne bağlı olarak oluşmaktadır (Torrero 2000: 15). Ayın çekim etkisi sonucu okyanusların ve denizlerin belli yerlerinde ve belli zamanlarda suyun yükselip (med) inmesi (cezir) neticesinde oluşan enerjiye gelgit enerjisi denilmektedir. Sular günde iki defa yirmi dakika süreyle yükselerek kıyılara doğru hareket etmekte ve günde iki defada geriye çekilmektedir (MEB 2011: 17). Yükselme ve çekilme olayları gerçekleşirken deniz seviyesinde meydana gelen farka gelgit aralığı denilmektedir. Kanada, İngiltere ve Fransa'da gelgit aralığı 10 metrenin üzerindeyken Akdeniz'de gelgit aralığı 1 metreden azdır (WEC 2016: 10).

Gelgit enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretirken gelgit olayı neticesinde harekete geçen su kütlelerinin potansiyel veya kinetik enerjisi elektrik enerjisine çevrilmektedir. Gelgit enerjisini kullanarak elektrik enerjisi üretmek amacıyla iki yöntemde başvurulmaktadır. İlk yöntemde, hareket halinde olan suyun kinetik enerjisi türbinler kullanılarak elektrik enerjisine dönüştürülmekte ve barajlara olan ihtiyacı ortadan kaldırdığı için ekonomik bulunmaktadır. Bu yöntem Kuzey İrlanda'da uygulanmış ve 2008 yılında şebekeye 150 kW elektrik aktarılmıştır (Gülsaç 2009: 61).

Gelgit enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılan ikinci yöntemdeyse potansiyel enerji gelgit olayı gerçekleşirken ortaya çıkan yükseklik farkından yararlanarak barajlarda elektrik enerjisine dönüştürülmektedir. Yani, koylara kurulan barajlarda yükselen sular tutulmakta ve ardından sular çekilmeye başladığı esnada ortaya çıkan yükseklik farkından yararlanarak türbinler vasıtasıyla elektrik enerjisi üretilmektedir (Örer, Özdamar, Gürsal, Özbalta 2003: 3).

OTEC, ilk olarak 1881 yılında tanıtılmış bir yöntem olup (Üçgöl, Elibüyük 2016: 87) tropiklerdeki okyanusların yaklaşık 25°C olan sıcak yüzey suları ile 500-1.000 metre derinlikte yaklaşık 4°C olan soğuk dip suları arasındaki keskin sıcaklık farkından yararlanılarak enerji üretilmesi yöntemidir. OTEC, hava koşullarından etkilenmeden elektrik üretimi gerçekleştiren bir YE kaynağı olmakla beraber (Ford, Niblett, Walker 1983: 93) gelişiminin yavaş olmasında en etkili faktör oğlak ve yengeç dönenceleri arasında kalan çok sınırlı bir alanda uygulama imkânı bulunmasıdır (Üçgöl, Elibüyük 2016: 87).

OTEC, suyu buharlaştırmak için daha sıcak olan yüzey suyundan yararlanmaktayken, suyu yoğunlaştırmak için daha derindeki soğuk suyu kullanmaktadır (Chan 2015: 30). Şöyle ki, kaynama noktası düşük olan amonyak gibi bir sıvının buharlaştırılması için deniz yüzeyindeki ılık sular kullanılarak türbinler harekete geçirilmekte ve elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Ardından suyu soğutup yoğunlaştırmak ve tekrar dolaşıma kazandırmak amacıyla diplerdeki soğuk su kullanılmaktadır (MEB 2011: 19). OTEC, elektrik üretimi yanında içme suyu üretme ve soğutma işlemlerinde de kullanılmaktadır (Üçgöl, Elibüyük 2016: 87). Bir OTEC tesisinin maksimum teorik verimliliği, %7,5 civarında olup ekonomik verimliliğinin bunun üçte birini aşması oldukça zordur (Ford, Niblett, Walker 1983: 93).

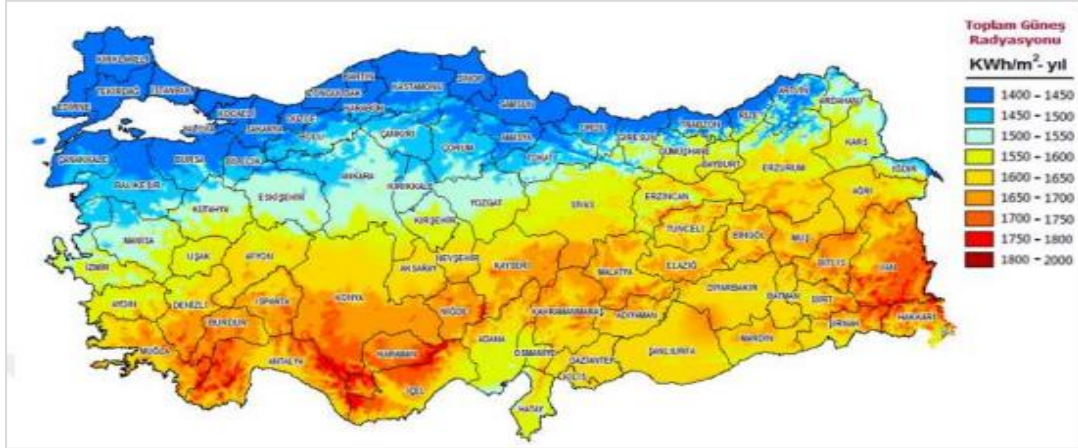
1.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Genel Görünümü

Bulunduğu konum itibariyle yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından zengin olan ülkemiz için güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik ve deniz kökenli enerjilerin mevcut durumları tablo ve şekiller yardımıyla incelenmektedir.

1.2.1. Türkiye’de güneş enerjisi

Türkiye 36° - 42° Kuzey Paralelleri ile 26°- 45° Doğu Meridyenleri arasında yer alması sebebiyle güneş potansiyeli açısından oldukça zengin bir ülkedir. Bu enerjiden faydalanmak ise ülkenin bir takım önceliklerine bağlıdır. Gelişen teknolojiler güneş enerjisinden sadece yararlanma üzerine değil aynı zamanda en düşük maliyeti ve depolama maliyetlerini de göz önünde bulundurmalıdır. Türkiye,

yılda 2.737 saat, günde 7,5 saat güneşlenme süresi ve 1.527 kWh/m² yıllık ortalama güneş enerjisi miktarı ile güneş enerjisinden çok daha verimli yararlanabilecek bir konuma sahiptir. Güneş alma kapasitesi yüksek olan bölgeler Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgeleridir. (Durmuşoğlu 2015: 68).



Kaynak: <https://www.yegm.gov.tr>

Şekil 4. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

Şekil 4'te güneşlenme süreleri incelendiğinde Türkiye'nin güney kesimlerinin kuzey kesimlerine göre güneş enerjisi potansiyelinin daha fazla olduğu görülmektedir. İç Anadolu Bölgesi'nin belirli bir kısmı ile Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde güneş potansiyeli 1650-1800 KWh/m² -yıl arasında oluşurken, Karadeniz ve Marmara Bölgesinde 1400-1550 KWh/m² -yıl güneş enerjisi potansiyeli oluşmaktadır.

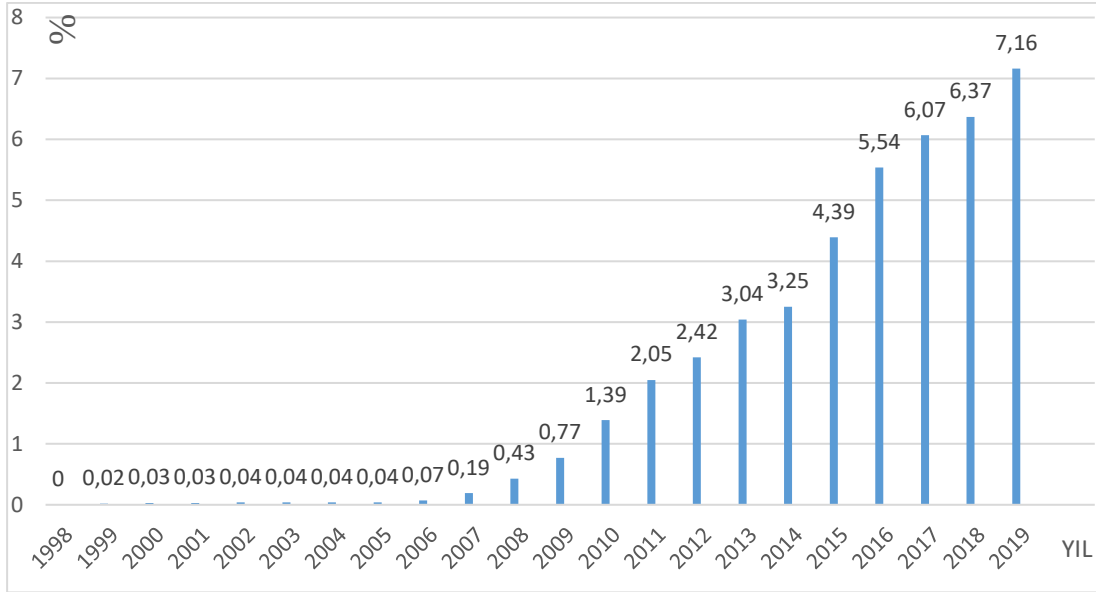
Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli çoğunlukla bina ya da su arıtma sistemlerinde kullanılmaktadır. Bina çatılarına kurulan güneş sistemleri sayesinde su dolaşımı sağlanarak sıcak su tüketimi karşılanmaktadır. Ülkemiz su ısıtma sistemlerinde kullanılan kolektörlerin üretiminde dünyada üçüncü büyük üretici, kullanımda ise dördüncü büyük pazar durumuna gelmiştir. Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yılın tamamında su ısıtıcıları tam kapasite ile su ısıtmakta kullanılmaktadır. Diğer bölgelere bakıldığında ise su ısıtıcıları yılın %70'i kadar bir sürede tam kapasite çalışabilmektedir (Durmuşoğlu 2015: 68). Enerji etkinliğini ve bu pazarın oluşturduğu istihdam, güneş enerjisinin öneminin ekonomik boyutunu göstermektedir.

1.2.2. Türkiye’de rüzgâr enerjisi

Rüzgâr enerjisinin kaynağını güneş oluşturmaktadır. Bu sebeple güneş enerjisi potansiyelinde önde olan ülkeler rüzgâr enerjisi bakımından da zengindirler. Bu kapsamda Türkiye rüzgâr enerjisinde önemli miktarlarda potansiyele sahip bir ülke konumundadır (Ağaçbiçer 2010: 123). Türkiye’nin 3500 km kıyı şeridinde sahip olması ve coğrafi olarak yarım ada özelliği göstermesi rüzgâr enerjisi potansiyeline katkı sağlamaktadır. Özellikle Marmara, Güneydoğu Anadolu ve Ege bölgesi rüzgâr enerjisi bakımından randımanı yüksek bölgelerdir.

OECD ülkeleri bakımından Türkiye rüzgâr enerjisi alanında potansiyel bakımından ilk sırada yer almaktadır. Almanya’dan yaklaşık 7 kat, İspanya’dan ise 2 kat daha fazla potansiyele sahip olmasına rağmen kurulu güç kapasiteleri ve rüzgâr enerjisinden faydalanma bakımından bu ülkelerin gerisinde yer almaktadır. Bu durumun başlıca sebepleri mali engeller ve yeterince gelişmiş olmayan teknolojik sebeplerdir (Karagöl, Kavaz 2017: 23).

Türkiye’de kurulan ilk rüzgâr santrali 1998 yılında faaliyete geçen Çeşme-Germiyan rüzgâr santralidir. 2019 yılına kadar geline süreçte ise Türkiye’nin rüzgâr santrallerinde elde ettiği kurulu gücü 8.701 MW boyutuna ulaşmıştır. 2019 yılı itibariyle kayıtlı 258 santralin bir kısmı lisans kurulu gücü tamamlanmamış olup inşa süreci devam etmektedir. İnşa sürecindeki santrallerinde tam kapasiteyle devreye alınmasıyla kurulu güç 10.800 MW potansiyeline ulaşacaktır. Ek olarak şu an üretime dâhil olmayan 65 santralin potansiyeli de 260 MW’dır. Üretime dâhil olmayan ve kısmi üretim yapan santrallerinde tam olarak faaliyete geçmesiyle Türkiye’nin kurulu gücünün 11.060 MW seviyesine ulaşacağı öngörülmektedir (www.enerjiatlası.com).



Kaynak: www.enerjiatlası.com.

Şekil 5. Rüzgâr Üretiminin Toplam Tüketimi Karşılama Oranı

Şekil 5'te 1998 - 2019 yılları arasında rüzgâr ile elektrik üretiminin toplam tüketimi karşılama oranı gösterilmiştir. 1998 yılında Çeşme-Germiyan santralinin faaliyete girmesinden sonra rüzgâr üretiminin toplam tüketimi karşılama oranı sürekli bir artış göstermiştir. 1998 ile 2007 yılların arasında 0-0,07 arasında oluşan karşılama oranı, 2019 yılı itibarıyla incelendiğinde bu oran %7,16 seviyesine ulaşmıştır.

Tablo 2. Bölgelere Göre Ortalama Rüzgâr Gücü Yoğunlukları

Bölge	Yıllık Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	Rüzgâr Gücü Yoğunluğu (W/m ²)
Doğu Anadolu Bölgesi	2,12	13,19
İç Anadolu Bölgesi	2,46	20,14
Karadeniz Bölgesi	2,38	21, 31
Akdeniz Bölgesi	2,45	21,36
Ege Bölgesi	2,65	23,47
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	2,69	29,33
Marmara Bölgesi	3,29	51,91
Ortalama	2,58	25,82

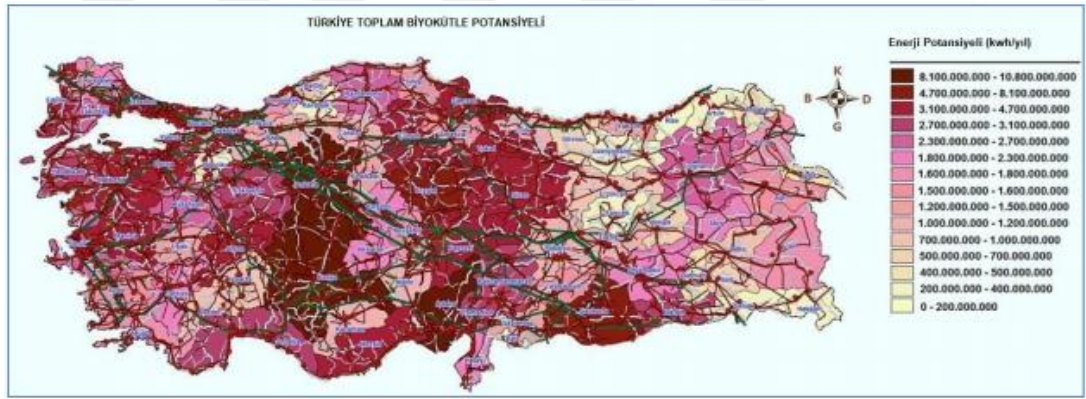
Kaynak: İlkılıç 2016: 5.

Tablo 2'de Türkiye'de bölgelere göre rüzgâr hızı ve rüzgâr gücü yoğunluğu dağılımları verilmiştir. Yıllık ortalama rüzgâr hızı bakımından en verimli bölge 3,29 ortalama ile Marmara ve 2,69 ortalama ile Güneydoğu Anadolu bölgesidir. Rüzgâr

gücü yoğunluğu en fazla olan bölgeler de 51,91 ile Marmara 29,33 ile Güneydoğu Anadolu bölgesidir.

1.2.3. Türkiye’de biyokütle enerjisi

Türkiye biyokütle enerjisi için gerekli kaynak bakımından; güneş potansiyeli, su kaynakları ve uygun iklim koşulları ile biyokütle enerjisi için elverişli koşullara sahiptir. Türkiye’nin biyokütle kaynakların bölgesel dağılımı şekil 8’de gösterilmiştir. Şekle göre Türkiye’nin biyokütle kaynakları organik atıklar, tarım, orman ve hayvan atıklarından oluştuğu düşünüldüğünde İç Anadolu Bölgesi ve Ege Bölgesi’nin biyokütle enerji potansiyeli bakımından zengin olduğu görülmektedir. Doğu Anadolu Bölgesi ve Karadeniz Bölgesi biyokütle enerjisi için kaynak bakımından nispeten daha sınırlı kaynaklara sahiptir (İllez 2019: 319).



Kaynak: Toklu 2017: 235-244.

Şekil 6. Türkiye’de İllere Göre Biyokütle Potansiyel Dağılımı

Şekil 7’de verilen bilgilere göre 2020 yılı itibarıyla Türkiye’de 422.832.374 adet hayvan bulunmaktadır. Bu hayvanlardan yılda 193.878.079 ton atığından üretebilecek enerji miktarı ise yıllık 4.385.371 TEP’dir. Yılda 184.593.134 ton bitkiden 62.206.754 ton bitkisel atık oluşmaktadır ve yılda 6.009.049 TEP enerji üretimine imkân sağlamaktadır. 81 şehirde meydana gelen belediyesel atık miktarı ise yıllık 32.170.975 tondur. Bu atıklardan enerji üretim potansiyeli ise yılda 3.373.011 TEP’dir. Yılda 3.914.904 ster orman artığı oluşmaktadır ve atıklardan ise yılda 859.899 TEP enerji elde imkânı elde etme imkânı doğmaktadır. Türkiye’nin atıklardan enerji üretim potansiyeli 14.627.331 TEP/yıl olarak oluşmaktadır ve Türkiye’de 199

adet biyokütle kaynaklı elektrik üretim bulunmaktadır. Diğer yandan, Türkiye’de 8 adet biyodizel ve 5 adet biyoetanol tesisi mevcuttur (www.bepa.enerji.gov.tr).

 Nüfus :	82.003.882
 Hayvan Sayısı (adet) :	422.832.374
 Hayvansal Atık Miktarı (ton/yıl) :	193.878.079
 Hayvansal Atıkların Teorik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) :	4.385.371
 Hayvansal Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) :	838.761
 Bitkisel Üretim Miktarı (ton/yıl) :	184.593.134
 Bitkisel Atık Miktarı (ton/yıl) :	62.206.754
 Bitkisel Atıkların Teorik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl)	6.009.049
 Bitkisel Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) :	238.020
 Belediye Atıkları Miktarı (ton/yıl) :	32.170.975
 Belediye Atıkların Teorik Enerji Eşdeğerleri (TEP/yıl) :	3.373.011
 Belediye Atıkların Ekonomik Enerji Eşdeğerleri (TEP/yıl) :	485.858
 Orman Varlığı Artıkları (ster / yıl) :	3.914.904
 Orman Artıklarının Enerji Eşdeğeri (TEP / yıl) :	859.899
 Biyodizel İşleme Lisansı Sahibi Firmalar :	8
 Biyoetanol İşleme Lisansı Sahibi Firmalar :	5
 Biyokütle Kaynaklı Elektrik Üretim Santral Sayısı :	199
 Atıkların Toplam Enerji Eşdeğeri (TEP/yıl) :	14.627.331

Kaynak: www.bepa.enerji.gov.tr

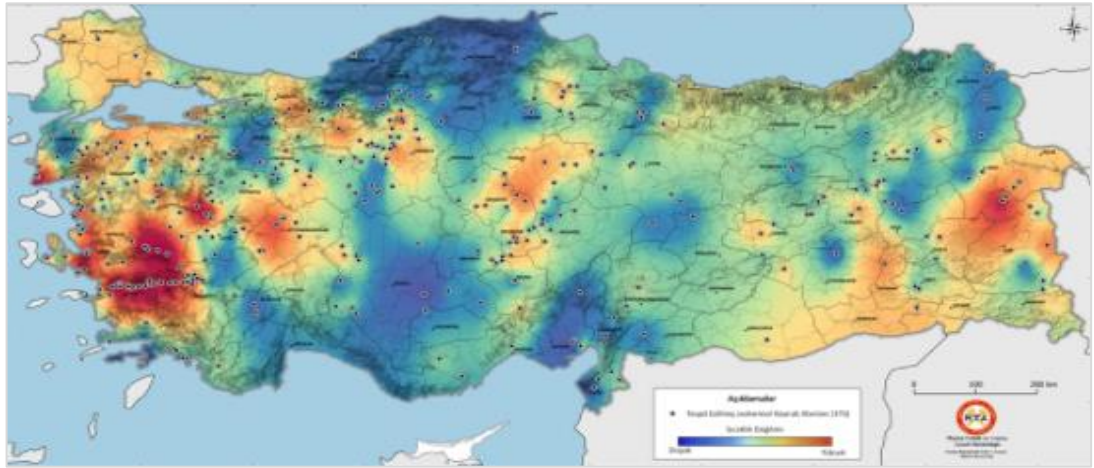
Şekil 7. Biyokütle Enerjisi Açısında Genel Bilgiler (2020)

Türkiye’de biyokütle enerjisinin yenilenebilir enerji içerisindeki payı 1990 yılında %75 iken yıllar içerisinde azalarak 2018 yılsonu verilerine göre %15 olarak belirlenmiştir. Bu düşüşün temel nedeni dünyadaki düşüşle paralel olarak geleneksel biyokütle kullanımının azaltılması olarak gösterilebilir. Ancak temel sorun klasik biyokütle enerjisi kullanımı azalırken modern biyokütle enerjisinde aynı oranda artış olmamasıdır. Türkiye’de 2018 yılı için gerçekleşen biyokütle arzı 3.1 milyon TEP olarak kayda geçirilmiştir. Biyokütle Enerji Potansiyeli Atlası (BEPa) ve farklı kaynaklara göre mevcut potansiyelin 14,6-32 milyon TEP arasından olduğu tahmin edilmekte ve mevcut potansiyelin %78-90’ını değerlendirilemediği anlaşılmaktadır. (İllez 2019: 324).

1.2.4. Türkiye’de jeotermal enerji

Jeotermal Enerji düşük maliyetli ve diğer kaynaklara nazaran çevre dostu olan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Türkiye mevcut coğrafi konumu ile jeotermal enerji kaynakları açısından dünyada üst sıralarda yer almaktadır. Sıcaklık düzeylerindeki farka bağlı olarak jeotermal enerji çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Türkiye’de çeşitli bölgelere yayılmış halde farklı sıcaklıklarda 1000 adet civarında jeotermal enerji kaynağı mevcuttur (www.mta.gov.tr).

Şekil 8’de jeotermal enerjinin bölgelere göre kaynak alanları ve sıcaklık dağılımı incelendiğinde, kaynakların %80’e yakını Batı Anadolu bölgesinde bulunmaktadır. Türkiye’de sondajla yeraltından elde edilen en yüksek ısı 287°C ile Manisa - Alaşehir olurken, onu 242°C ile Denizli - Kızıldere takip etmektedir. Oldukça yüksek jeotermal potansiyeline sahip ülkemizde potansiyelin ancak %20 si kullanılabilir (Arslan 2017: 241). Jeotermal enerjinin sıcaklık farkları incelendiğinde ısıtma ve turizm gibi faaliyetlerde kullanılan düşük ve orta sıcaklıklı enerjilerin oranı %90 civarındadır. Geri kalan yüksek sıcaklıklı potansiyeller ise elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır (www.mta.gov.tr).



Kaynak: www.mta.gov.tr

Şekil 8. Türkiye’de Jeotermal Kaynak Alanları ve Sıcaklık Dağılımı

Türkiye’nin 2019 yılı itibariyle kayıtlı toplam 60 adet jeotermal enerji tesisi bulunmaktadır. Tablo 3 incelendiğinde faaliyette olan 60 santralden elde edilen güç 1.613 MWe’dir. Kurulumu devam eden, üretim lisansı ve ön lisansı alınan

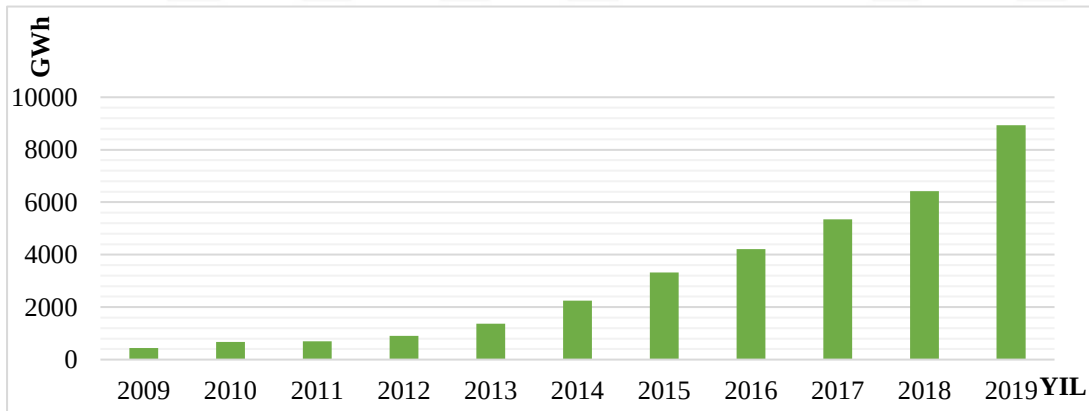
santrallerinde faaliyete geçmesiyle beraber jeotermal enerjiden elde edilen gücün toplam 2.154 MWe'ye ulaşması hedeflenmektedir. (www.enerjiatlası.com).

Tablo 3. Jeotermal Enerji Santralleri Kurulu Güç ve Proje Kapasiteleri

Durum	Güç (MWe)	Oran
Devrede	1.613	%70,3
Kurulumu devam eden	185	%8,6
Üretim lisansı alınan	62	%2,9
Önlisans alınan	351	%16,3
Proje Aşamasında	0	%0
Toplam	2.154	%100

Kaynak: www.enerjiatlası.com

Şekil 9'da Türkiye'nin 2009-2019 yılları arasında jeotermal enerjiden elektrik üretimleri gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sürekli bir artışın olduğu görülmektedir. 2009 yılında 436 GWh, 2013 yılında 1364 GWh, 2016 yılında 4214GWh olan elektrik üretimi 10 yıllık süreçte 2019 yılında 8930 GWh düzeyine ulaşmıştır. Jeotermal enerjiden elektrik üretiminde ABD, Filipinler ve Endonezya'nın ardından Türkiye 4. Sırada yer almaktadır (www.enerjiatlası.com).



Kaynak: www.enerjiatlası.com

Şekil 9. Jeotermal Enerjiden Yıllık Elektrik Üretimi

1.2.5. Türkiye'de hidroelektrik enerjisi

Hidroelektrik enerji; yakıt maliyetine ihtiyaç duymaması, uzun süreli ve çevreci bir yenilenebilir enerji kaynağı olması sebebiyle dünyada olduğu gibi Türkiye'de de önemli ölçüde kullanılan bir enerji kaynağıdır. Türkiye bölgesel olarak farklı iklim tipleri ve bölgesel değişiklikler göstermesiyle beraber yıllık ortalama yağış

miktarı 574 mm, yıllık yağış miktarı da 450 milyar m³ olarak hesaplanmıştır. Türkiye'nin yıllık 94 milyar m³ yerüstü ve 18 milyar m³ yeraltı su potansiyeli ile toplam 112 milyar m³ su potansiyeli bulunmaktadır. Türkiye yıllık ortalama kullandığı 57 milyar m³ suyun 44 milyarını çeşitli amaçlarla kullanırken geri kalan 13 milyar m³ suyu ise içme- ve sanayi alanında kullandığı tespit edilmiştir (DSİ 2019: 54-55).

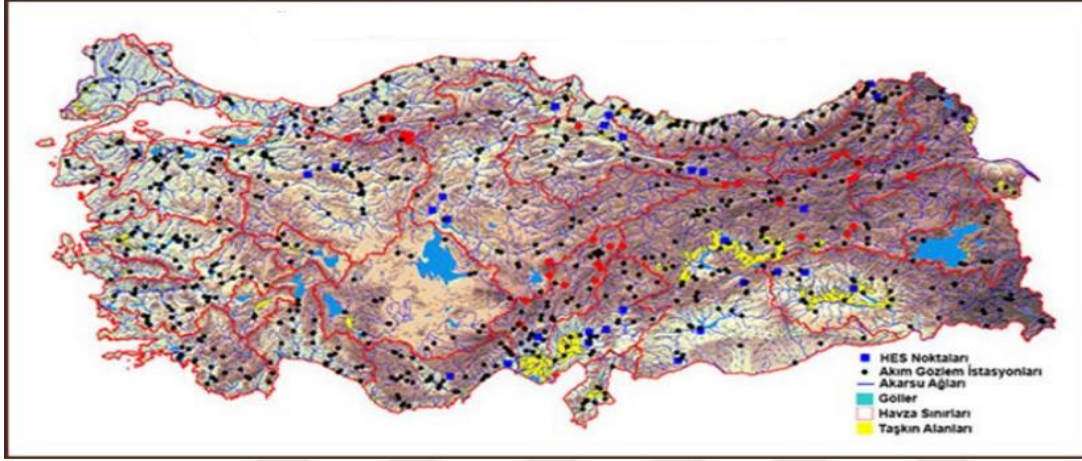
Türkiye'de 2019 yılı sonu itibariyle kullanılabilir hidroelektrik potansiyeli 216 milyar kWh/yıl saptanmıştır. Ekonomik olarak ele alınan potansiyel ise 160,3 kWh/yıl olup üretim ve lisans aşamasında olan santrallerle birlikte 2023 yılında potansiyelin yaklaşık 180 milyar kWh/ yıl ulaşması tahmin edilmektedir (DSİ 2019: 130).

Tablo 4. Hidroelektrik Santrallerin Genel Durumu

HES Aşaması	HES Adedi	Toplam Kurulu Kapasite (MW)	Ortalama Yıllık Üretim (GWH/yıl)	Toplamdaki Payı (%)
İşletmede	683	28.571	99.628	62.0
İnşa Halinde	47	3.636	11.962	7,5
İnşaatına Henüz Başlanmayan	526	15.955	48.745	30,5
Toplam	1.256	48.202	160.355	100

Kaynak: DSİ.

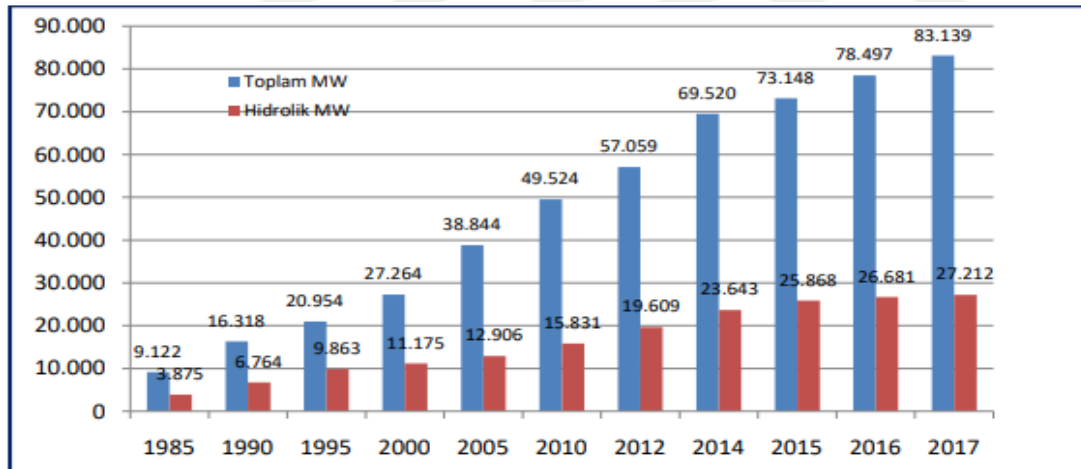
Türkiye'de 2019 yıl sonu itibariyle aktif olarak işletmede bulunan 683 adet santralin yanı sıra 47 adet inşa halinde ve 526 adet inşaatına başlanmamış lakin tamamlanması planlanan toplam 1256 adet hidroelektrik santral bulunmaktadır. İşletmede bulunan 683 santralin toplam kurulu gücü 28.571 MW'dır. Ortalama yıllık üretim ise 99.6 GWH/yıl olarak gerçekleşmektedir. İnşa halindeki ve planlanan hidroelektrik santrallerin faaliyete geçmesiyle toplam kurulu güç 48.202 MW'e, yıllık üretimin 160.355 GWH/yıl ulaşması amaçlanmaktadır.



Kaynak: Yılmaz 2018: 3.

Şekil 10. Türkiye Hidroelektrik Potansiyel Haritası

Şekil 10’da Türkiye’nin hidroelektrik potansiyel haritası verilmiştir. HES noktaları ve akım gözlem istasyonlarının en fazla Ege Bölgesinde yoğunlaştığı görülmektedir. Taşkın alanları ise genel olarak Adana, Mersin ve Elazığ Tunceli bölgesinde yoğunlaşmaktadır.



Kaynak: Yılmaz 2018: 322.

Şekil 11. 1985-2017 Yılları Arasında Türkiye Toplam Kurulu Gücü ile Hidrolik Kurulu Güç

Şekil 11’de Türkiye’nin 1985-2017 yılları arasındaki 32 yıllık süreçte artan enerji potansiyeli ihtiyacı ile hidrolik enerji gücünün doğru bir orantı gösterdiği görülmektedir. Toplam üretim içinde hidrolik santral üretimleri ise %40 ila %16 arasında olup 32 yıllık ortalaması %31 olarak gerçekleşmiştir (Yılmaz 2018: 322-323).

1.2.6. Türkiye’de okyanus ve deniz kökenli enerji

Deniz kaynaklı yenilenebilir enerji kaynakları; dalga enerjisi, gelgit (med-
cezir) enerjisi ve okyanus termal enerji dönüşümü olarak sınıflandırılabilir. Türkiye’de
gelgit enerjisi imkânı olmayıp dalga enerjisi ve boğazlarda deniz akıntıları
enerjisinden faydalanma imkânı vardır (Önal, Yarbay 2010: 94). Türkiye kıyılarından
balıkçılık turizm gibi faaliyetler çıkarıldığında dalga enerjisi için kıyılardan 1/5
oranında fayda sağlanabilmektedir. Yıllık sağlanan dalga enerjisi teknik potansiyeli
ise 18,5 milyar kWh olarak tahmin edilip enerji ihtiyacımızın %13’üne karşılık
gelmektedir (Sağlam, Uyar 2005: 3).

Tablo 5’te bölgelere göre dalga yoğunlukları verilmiştir. Tablo incelediğinde
dalga yoğunluğunun en fazla olduğu bölgenin 3.91-12.05 kWh/m ile İzmir-Antalya
çevresi, dalga yoğunluğunun en düşük olduğu bölgenin ise Marmara Bölgesi olduğu
görülmektedir. Bu nedenle dalga enerjisinden enerji temini için en elverişli bölgenin
İzmir-Antalya çevresindeki denizler olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 5. Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları

Bölge	Güç
Karadeniz	1.96-4.22 kWh/m
Marmara	0.31-0.69 kWh/m
Ege	2.86-8.75 kWh/m
Akdeniz	2.59-8.26 kWh/m
İzmir-Antalya	3.91-12.05 kWh/m

Kaynak: Sağlam, Uyar 2005: 3.

Türkiye’nin nüfus yoğunluğu göz önüne alındığında kıyı bölgelerdeki nüfus
yoğunluğu ile doğru orantılı olarak enerji harcamaları artmaktadır. Nüfusun ve dalga
potansiyelinin yoğun olduğu bu bölgelere yapılacak olan yatırımların sonucu olarak
enerji maliyetlerinde azalış meydana gelmesi öngörülmektedir. Dezavantaj olarak ilk
yatırım maliyetleri ile çıktı düzeyi arasındaki ilişki yatırımların yapılıp yapılmaması
konusunda belirleyici olacaktır (Köse, Genç, Demiralp 2015: 158). Türkiye üç tarafı
denizlerle çevrili bir ülke olmasına rağmen coğrafi konumunun avantajını
kullanamamaktadır. Dalga enerjisi konusunda yapılacak Ar-Ge çalışmaları ile enerji
maliyetlerinin düşürülmesi ve dolayısıyla ekonomiye önemli katkılar sunması
amaçlanmaktadır (Yılmaz 2020: 55).



İKİNCİ BÖLÜM

2. YENİLENEBİLİR ENERJİ YATIRIMLARINA YÖNELİK TEŞVİKLER VE TÜRKİYE UYGULAMALARI

Çalışmanın bu bölümünde yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik teşviklerin neler olduğu incelenmektedir. Türkiye’de de dünyada uygulanmakta olan teşvik uygulamalarının ne ölçüde uygulandığına yönelik bilgiler sunulmaktadır.

2.1. Yenilenebilir Enerji Yatırımlarına Yönelik Teşvikler

YE yatırımlarının kullanımının yaygınlaşmasına yönelik teşvikler, vergi dışı teşvikler ve vergisel teşvikler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Vergi dışı teşvikler, dünya genelinde YE’nin teşvik edilmesinde temel mekanizmalar olup ikinci grupta yer alan vergisel teşvikler ise ABD ve birkaç ülke dışında tamamlayıcı nitelikte kullanılmaktadır (Çelikkaya 2017: 54).

2.1.1. Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik vergi dışı teşvikler

Vergi dışı teşvikler, Tarife Garantisi, Yenilenebilir Portföy Standardı, net hesaplama/ölçüm ve ihale sistemi olmak üzere dörde ayrılmaktadır. Tarife garantisi ve yenilenebilir portföy standardı, vergi dışı teşvikler grubunda en yoğun şekilde uygulanan teşvik mekanizmalarıdır. Tarife garantisi, fiyat esaslı bir teşvik mekanizması iken Yenilenebilir portföy standardı miktar esaslı bir teşvik mekanizmasıdır. Net hesaplama/ölçüm ve ihale sistemi, günümüzde kullanımı sınırlı olan teşvik mekanizmalarıdır (Çelikkaya 2017: 54).

YE yatırımlarının kullanımının yaygınlaşmasına yönelik vergi dışı teşviklerden en az bir tanesi, Uluslararası Enerji Ajans (IEA)’ya üye 30 ülke ve ajans ile ilişkili 8 ülke tarafından kullanılmaktadır. Ajansa üye olan ülkelere Avustralya, Kanada, Yunanistan ve ABD ile ajans ile ilişkisi bulunan Hindistan YE yatırımlarının teşvikinde tarife garantisi, yenilenebilir portföy standardı, net ölçüm ve ihale

sisteminin tamamını uygulamakta iken ajansa üye ülkelerden Estonya ve Lüksemburg yalnızca tarife garantisi, Yeni Zelanda ise yalnızca net ölçüm sistemini uygulamaktadır (REN21 2018: 64-67).

2.1.1.1. Tarife garantisi

Tarife garantisi, enerji üretiminde YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşması amacıyla (Cory, Couture, Kreycik 2009: 2), uygulanan teknoloji ve kurulu kapasiteye bağlı olarak farklılaşan düzeylerde ödemelerin yapıldığı (Mendonça 2007: 2-9), uzun vadeli (Rickerson, Grace 2007: 1), geliri artırmaya yönelik (Çelikkaya 2017: 2), arz yönlü bir teşvik politikasıdır. Tarife garantisi, ilk olarak 1978 yılında ABD’de Public Utility Regulatory Policies Act (PURPA) kapsamında uygulanmıştır. Avrupa’da ise, Almanya’da 1990 yılı aralık ayında kanunlaşan Germany’s Electricity Feed-in Law ulusal düzeyde Tarife garantisi uygulamasının ilk örneği olmuştur. Almanya’yı 1992 yılında Danimarka ve 1997 yılında İspanya izlemiştir (COMESA 2017: 10-11). 2018 yılında, 84 ülkede tarife garantisi uygulanmıştır (REN21 2018: 64-67). YE yatırımlarının kullanımının yaygınlaşması amacıyla teşvik aracı olarak tarife garantisi uygulayan ülkelerin büyük bir bölümü, günümüzde Avrupa’da yer almaktadır (Sijm 2002: 5; Connor, Bürger, Beurkens, Ericson, Egger 2013: 8).

Tarife garantisi modelleri, tarife garantisi kapsamında YE üreticilerine yapılacak olan ödemeye karar verilirken enerji piyasasındaki fiyatların bir etkisinin bulunup bulunmamasına göre iki gruba ayrılmaktadır. İlk grupta, piyasa fiyatından bağımsız tarife garantisi modelleri yer alırken ikinci grupta, piyasa fiyatına bağımlı tarife garantisi modelleri yer almaktadır (Couture, Gagnon 2010: 956; Stennett 2010: 4).

2.1.1.1.1. Piyasa fiyatından bağımsız tarife garantisi modelleri

Piyasa fiyatından bağımsız tarife garantisi modellerinde, YE üreticilerine yapılacak olan ödemeye karar verilirken enerji piyasasındaki fiyatların (perakende enerji fiyatı-spot piyasa fiyatı) bu karara herhangi bir etkisi bulunmamaktadır (Couture, Gagnon 2010: 956). Piyasa fiyatından bağımsız tarife garantisi modelleri sabit fiyat modelleri olarak da adlandırılmaktadır (Couture, Corry, Kreycik, William

2010: 21). Piyasa fiyatından bağımsız tarife garantisi modellerinin piyasayla entegrasyonu daha zor olmakla birlikte, bu modeller bünyesinde daha az yatırım riski barındırmaktadır (Held, Ragwitz, Gephart, Viser, Klessmann 2014: 38-42; Dijk 2003: 27). Piyasa kaynaklı riskleri bünyesinde daha az barındırıyor olması nedeniyle, bu modeller gelişimini henüz tamamlamamış olan ve YE teknolojileri kullanan enerji üreticileri ile ticari olmayan küçük ölçekli YE üreticilerinin teşvik edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Held, Ragwitz, Gephart, Viser, Klessmann 2014: 38).

Piyasa fiyatından bağımsız tarife garantisi modelleri, sabit fiyat tarife garantisi modeli, enflasyona ayarlı tarife garantisi modeli, ödemelerin yıllar itibarıyla azaldığı tarife garantisi modeli ve spot piyasa açığı tarife garantisi modeli olmak üzere dört gruba ayrılmaktadır (Couture, Gagnon 2010: 956; Stennett 2010: 4).

2.1.1.1.1. Sabit fiyat tarife garantisi modeli

Sabit fiyat tarife garantisi modeli, kullanımı en yaygın olan tarife garantisi modelidir. Sabit Fiyat Tarife Garantisi modelinde, YE'den üretilen elektrik için elektriğin perakende satış fiyatından bağımsız olarak sabit ve minimum düzeyde bir fiyat belirlenmekte ve bu fiyat sözleşme süresi boyunca uygulanmaktadır. Tarife garantisi tutarının, perakende satış fiyatından bağımsız olarak belirlenmesi geleneksel yakıt fiyatlarındaki dalgalanmaların tarife garantisi tutarını etkilemesinin önüne geçmektedir (Yılmaz, Hotunluoğlu: 83).

Sabit fiyat tarife garantisi modelinin gerçek anlamda bir teşvik olarak adlandırılabilmesi, belirlenen tarife garantisi tutarının YE üreticilerinin elektrik enerjisi üretimi esnasında katlandıkları maliyeti karşılayıp üreticilerin belirli bir oranda kar elde edebilmesi koşuluna dayanmaktadır (Acar, Kitson, Bridge 2015: 14). Tarife garantisi tutarı, her bir YE teknolojisi için maliyet dikkate alınarak münferit olarak belirlenmektedir. Örneğin, karasal rüzgâr enerjisi teknolojilerinden elektrik üretimi esnasında katlanılan maliyet, güneş fotovoltaik teknolojilerinden elektrik üretimi esnasında katlanılan maliyetten daha düşük olduğu için sabit fiyat tarife garantisi tutarının güneş fotovoltaik teknolojisi için, karasal rüzgâr enerjisi teknolojilerinden daha yüksek olması beklenmektedir. (Couture, Gagnon 2010: 956).

2.1.1.1.1.2. Enflasyona ayarlı tarife garantisi modeli

Tam veya kısmi olarak enflasyona ayarlı tarife garantisi modelinde, YE üreticilerine yapılan tarife garantisi ödemelerinin reel değerinin korunabilmesi için enflasyon ayarlamasına başvurulmaktadır. İlave bir koruma niteliğinde olan enflasyon ayarlaması, YE teknolojilerine yatırım yapanlara daha yüksek bir reel gelir güvencesi sunmaktadır. Bu modelde tarife garantisi, perakende fiyatın altında ancak perakende fiyattaki artışa paralel bir seyir izlemektedir. Model çerçevesinde ülkeler enflasyon ayarlamasını farklı biçimlerde yılın dört çeyreği için ayrı ayrı enflasyon ayarlamasına başvurmaktadır. Fransa, her bir YE teknolojisi için %40 ile %100 arasında değişen oranlarda enflasyon ayarlaması yapmaktadır. İrlanda, YE teknolojilerinin tümü için %100 oranında enflasyon ayarlaması yapmakta iken Ontario (Kanada), rüzgâr, biyokütle ve hidroelektrik teknolojileri için 20 yıl devam edecek satın alım sözleşmesi kapsamında her yıl %20 oranında bir enflasyon ayarlaması yapmaktadır (Couture, Gagnon 2010: 957-958).

2.1.1.1.1.3. Ödemelerin yıllar itibarıyla azaldığı tarife garantisi modeli

Ödemelerin Yıllar İtibarıyla Azaldığı Tarife Garantisi modeline göre, YE teknolojileri kullanan üreticilere ilk yıllarda daha yüksek tutarlarda tarife garantisi ödemesi yapılmakta iken ilerleyen yıllarda YE teknolojileri kullanan üreticilere ödenen tutarlar azalmaktadır. Bu modelin Minnesota (ABD)'da uygulanan örneğinde, 20 yıl devam edecek olan tarife garantisi ödemelerinin ilk 10 yılı için daha yüksek, kalan 10 yılı için ise daha düşük bir ödeme yapılması planlanmıştır (Couture, Gagnon 2010: 958). Fransa'da ise tarife garantisi kapsamında yapılacak ödemelerin tutarı, kıyı rüzgâr enerjisi santrallerinde ilk 10 yıl 0,082 Euro/kWh iken son 5 yıl 0,028 ile 0,082 Euro/kWh arasındadır. Açık deniz rüzgâr türbinlerinde tarife garantisi tutarı, ilk 10 yıl 0,13 Euro/kWh iken son 10 yıl 0,03-0,13 Euro/kWh arasındadır (KPMG 2016: 27-28).

2.1.1.1.1.4. Spot piyasa açığı tarife garantisi modeli

Spot Piyasa Açığı Tarife Garantisi modelinde, YE üreticilerine ödenecek tutar belirlenirken garanti edilen tutar ile perakende elektrik fiyatı arasındaki farka bakılmaktadır. Perakende elektrik fiyatı, garanti edilen tutardan daha az ise YE üreticisine aradaki fark kadar tarife garantisi ödemesi yapılmaktadır. Perakende

elektrik fiyatı, garanti edilen tutara eşit veya garanti edilen tutarın üzerinde ise herhangi bir tarife garantisi ödemesi yapılmamaktadır (Ulusoy, Bayraktar 2018: 132).

2.1.1.1.2. Piyasa fiyatına bağımlı tarife garantisi modelleri

Piyasa fiyatına bağımlı tarife garantisi modellerinde, enerji piyasasındaki fiyatlara bağılı olarak YE üreticilerine yapılacak olan ödemeye karar verilmektedir. Piyasa fiyatına bağımlı tarife garantisi modelleri, primli fiyat modelleri olarak da adlandırılmaktadır (Couture, Corry, Kreycik, Williams 2010: 21). Bu modellerin piyasa ile entegrasyonu, piyasa fiyatından bağımsız tarife garantisi modellerine kıyasla daha rahat olmakla beraber, piyasa fiyatından bağımsız modellere göre daha fazla yatırım riskini bünyesinde barındırmaktadır (Held, Ragwitz, Gephart, Viser, Klessmann 2014: 38-42). Piyasa fiyatına bağımlı tarife garantisi modelleri, primli fiyat tarife garantisi modeli, değişken prim garantisi modeli ve elektriğin perakende fiyatının yüzdesi modeli olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Stennett 2010: 4).

2.1.1.1.2.1. Primli fiyat tarife garantisi modeli

Primli Fiyat Tarife Garantisi modeli, piyasa fiyatına bağımlı tarife garantisi modelleri arasında uygulanması en kolay olanıdır. Primli fiyat tarife garantisi modelinde, YE üreticilerine perakende elektrik fiyatının üzerinde ve sabit bir prim oranı sunulmaktadır. Perakende elektrik fiyatı arttığı zaman, YE üreticisi artan perakende elektrik fiyatı ve sabit primin toplamı olan tarife garantisi'yi almaktadır. Bu durumda, YE üreticisinin elde ettiği gelir artmaktadır. Perakende elektrik fiyatı azaldığında ise ödenen prim tutarı değişmemekle birlikte perakende elektrik fiyatı azaldığı için YE üreticisinin elde ettiği gelir azalmaktadır (Akdağ, Gözen 2020: 144). Primli fiyat tarife garantisi modeli, genellikle deregüle edilmemiş enerji piyasalarında rekabetin gelişimine katkıda bulunmak amacıyla uygulanmaktadır. Primli fiyat tarife garantisi modelinin zayıf yanı, yatırımcılar açısından geleceğe dönük öngörünün zayıflaması neticesinde yatırım riskini artırmasıdır (Stennett 2010: 14).

2.1.1.1.2.2. Değişken prim garantisi modeli

Değişken Prim Garantisi modeli, primli fiyat tarife garantisi modelinin gelişmiş bir halidir (Stennett 2010: 4). Değişken prim garantisi modelinde, perakende elektrik fiyatının bir fonksiyonu olarak belirlenen primin bir alt ve üst limiti mevcut

olup perakende elektrik fiyatı ile prim arasında ters yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Perakende elektrik fiyatında bir artış söz konusu ise takip eden dönemde YE üreticilerine ödenen prim azalmakta, perakende elektrik fiyatında bir azalış söz konusu ise takip eden dönemde YE üreticilerine ödenen prim artmaktadır (Akdağ, Gözen 2020: 144)

Değişken prim garantisi modelinde, bir alt limit belirlenme nedeni YE üreticilerine minimum bir fiyat garantisi sunularak yatırım risklerini hafifletmektir. Bir üst limit belirlenme nedeni ise YE üreticilerinin elde edebileceği aşırı kârı minimuma indirmektir. Ayrıca belirlenen üst prim sayesinde perakende elektrik fiyatlarının yüksek olduğu dönemlerde primi finanse edeceklerin üzerindeki yük hafifletilmektedir (Deloitte 2011: 4).

2.1.1.1.2.3. Elektriğin perakende fiyatının yüzdesi modeli

Elektriğin perakende fiyatının yüzdesi modeli, elektriğin perakende fiyatının belli bir yüzdesine dayalı olarak hesaplanan bir tarife garantisi modelidir. Modelde YE üreticilerinin elde edeceği gelir, YE yatırımlarının maliyeti yerine geleneksel enerji kaynaklarından üretilen elektriğin perakende fiyatına bağlı olarak belirlenmektedir (Couture, Gagnon 2010: 961). Elektriğin perakende fiyatının yüzdesi modeli, günümüzde uygulanmakta olan bir model olmamakla birlikte Avrupa’da ulusal düzeydeki tarife garantisi uygulamalarının ilk örnekleri bu model çerçevesinde verilmiştir. Uygulandığı dönemde Avrupa ülkelerinde genellikle elektriğin perakende fiyatının %100’ünden daha az bir oranda ödeme yapılmıştır (Butler, Neuhoﬀ 2008: 1855). Model, 1991 ve 2000 yılları arasında Almanya’da uygulanmıştır. Ödenecek tarife garantisi, bir önceki yılın perakende elektrik fiyatının yüzde 90’ı şeklinde belirlenmiştir (Couture, Corry, Kreycik, William 2010: 19).

2.1.1.2. Yenilenebilir portföy standardı

Yenilenebilir portföy standardı, 1990’ların sonlarında ABD’de elektrik enerjisi piyasasının yeniden yapılandırılmasının bir parçası olarak YE kaynaklarının kullanımının teşviki amacıyla (Carley, Davies, Spence, Ziropiannis 2018: 754-755), popüler hale gelmiş diğerlerine nispeten daha yeni bir politika aracıdır (Lyon, Yin 2010: 132; Wiser, Barbose, Hold 2011: 3894). Yenilenebilir portföy standardı

tasarımı, ülkeden ülkeye/eyaletten eyalete farklılık göstermekle birlikte (Wiser, Namovicz, Gielecki, Smith 2007: 1), genel itibarıyla elektrik enerjisi üreticilerinin çeşitli enerji kaynakları kullanarak oluşturmuş oldukları üretim portföylerinde belirli bir miktarda YE kaynakları bulunmasını zorunlu kılan politika aracı şeklinde tanımlanabilir (Lyon, Yin 2010: 131; Zhang, Wang, Li, McLellan, Chen 2018: 426).

YE standardı, kota sistemi ve yenilenebilir yükümlülüğü gibi çeşitli isimlerle de anılan (Wiser, Borbose, Holt 2011: 3894) yenilenebilir portföy standardı, kısa vadeli finansal maliyetler yerine çevre kirliliği, enerjide dışa bağımlılık gibi uzun vadeli sosyal maliyetlere odaklanan, YE kaynakları kullananlara garantili bir piyasa payı sunan (Jaccard 2004: 413), miktar esaslı bir politika aracıdır (Wiser, Borbose, Holt 2011: 3894). Yenilenebilir portföy standardı, 15 ile 20 yıl arasında değişen uzun bir süre boyunca uygulanmaktadır. Yenilenebilir portföy standardı kapsamında gerçekleştirilen elektrik enerjisi üretiminde, YE kaynaklarının hangi oranda portföye dâhil olacağı genellikle toplam elektrik satışlarının yüzdesi biçiminde ifade edilmektedir (Jaccard 2004: 413).

2.1.1.3. Net ölçüm

Tüketim birimleri tarafından gerçekleştirilen enerji üretimine, dağıtık üretim denilmektedir. Konutlarda YE teknolojilerinden enerji üretiminin yaygın hale gelmesiyle birlikte, dağıtık üretimi gerçekleştiren bu birimlere yönelik bir teşviğe olan ihtiyaçta kaçınılmaz hale gelmiştir. Net ölçüm, dağıtık üretimin teşvik edilmesinde dolaylı bir etkiye sahip olan bir muhasebe ve telafi aracıdır (Schelly, Louie, Pearce 2017: 11). Net ölçümün tek başına uygulanması, güneş ve rüzgâr gibi YE yatırımlarının geliştirilmesi için yeterli olmayıp daha donanımlı bir teşvik programına geçiş sürecinde kullanılacak tamamlayıcı bir politika aracı olarak kabul görmektedir. Net ölçüm, elektrik tedarikinde bulunanlar ile dağıtık üretim üniteleri arasında iki taraflı enerji akışına dayanan bir teşvik mekanizması şeklinde tanımlanabilir (Gipe 2006: 13).

Net ölçüm, ABD’de birçok eyalette 1996 yılında uygulanmaya başlamış olup, günümüzde Kuzey Amerika’da yaygın olarak kullanılmaktadır. Net ölçüm, Avrupa’da yaygın olarak kullanılan bir politika aracı değildir (Gipe 2006: 13). Net ölçüm, günümüzde ulusal veya bölgesel düzeyde IEA üyesi 15 ülkede uygulanmakta olup

uygulaması ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir (Dufo-López, Bernal-Agustín 2015: 684).

2.1.1.4. İhale (teklif) sistemi

Miktar odaklı ve tamamlayıcı bir teşvik mekanizması olan ihale sisteminin temel amacı, YE yatırımları için minimum maliyetli teşvik düzeyinin belirlenmesidir (Jager, Rathmann 2008: 128). İhale sistemi, 1990'lı yıllarda Fransa, İrlanda, İskoçya, Danimarka, Birleşik Krallık ve ABD'de uygulanmıştır. Birleşik Krallıkta uygulanan NFFO (NonFossil Fuel Obligation) ihale sisteminin en bilinen örneği olup, İskoçya'da da benzer bir sistem uygulanmıştır (Haas, Panzer, Resch, Ragwitz, Reece, Held 2011: 1020). Birleşik Krallıkta uygulanan ihale sistemi, her bir YE yatırımının kW başına fiyatını düşürmüştür. Örneğin rüzgâr enerjisinin ortalama fiyatı, 5 yıl içerisinde 18 sent/kW'den 4,5 sent/kW'ye inmiştir (Wiser Hamrin, Wingate 2002: 7).

İhale sisteminde oluşan rekabet içerisinde en düşük teklif sahibi ihaleyi kazandığı için mali bakımdan etkin bir sistemdir ve kurumun destek mekanizması altında üretilen elektriği kontrol edebilme yetkisi bulunmaktadır. Lakin işlem maliyetlerinin varlığı küçük işletmelerin ihale sistemine dahil olmasına engel olmaktadır (Kaya, Bayraktar: 2021: 186).

2.1.2. Yenilenebilir enerji yatırımlarına yönelik vergi teşvikleri

YE teknolojilerine yönelik vergi teşvikleri, gelir ve harcamalar üzerinden alınan vergilere yönelik teşvikler emlak vergisi indirimi, iadesi ve istisnası olmak üzere üç başlıkta ele alınabilir. Bu teşvikler, doğrudan vergi teşvikleri olarak adlandırılmaktadır. YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasına yönelik doğrudan vergi teşviklerin yanında, dolaylı bir teşvik de mevcuttur. Geleneksel enerji kaynakları üzerinden alınacak bir vergi, YE teknolojilerinin kullanımını dolaylı yollardan artırmaktadır (Çelikkaya, 2017: 70-75). YE teknolojilerine yönelik vergi teşvikleri, bu teknolojilerin maliyetlerini düşürmektedir (Marata, Ferrer, Dorrill, Watkins 2010: 482).

2.1.2.1. Gelir üzerinden alınan vergilerdeki teşvikler

YE üreticisi olan gerçek ve tüzel kişilerin, ürettikleri enerjinin karşılığında elde ettikleri gelir üzerinden alınan vergilere yönelik teşvikler; yatırım vergi teşvikleri, üretim vergi teşvikleri, hızlandırılmış amortisman, Ar-Ge vergi indirimleri ve vergi tatilleridir (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 6-15).

2.1.2.1.1. Yatırım vergi teşvikleri

YE teknolojilerinden enerji üretmek için ihtiyaç duyulan arazi, ekipman, demirbaş gibi sermaye harcamalarına yönelik gelir, kurumlar vergisi indirimleri ve vergi kredilerine Yatırım vergi teşvikleri denilmektedir. Bu teşvikler, ekipmanların alım maliyetlerine ilave olarak kurulum maliyetlerini de kapsamaktadır. Gelir, kurumlar vergisi indirimleri, vergiye tabi geliri azaltırken, vergi kredileri verginin doğrudan mahsubuna dayanmaktadır (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 6-8).

Yatırım vergi teşviklerinden yararlanmak isteyenlere yatırım büyüklükleri için alt ve üst limitler uygulanabilmektedir. Yatırım vergi teşvikleri; Belçika, Çek Cumhuriyeti, Fransa, Hollanda ve Portekiz'de YE teknolojilerinin tamamına uygulanmakta iken Avusturya, İrlanda, İspanya, Kanada ve Yunanistan'da ise hedeflere göre değişiklik göstermekle birlikte güneş, jeotermal, biyokütle gibi başlangıç maliyetlerinin yüksek olduğu teknolojilere uygulanmaktadır. Belçika'da vergilendirme dönemi içerisinde enerji verimliliğine yönelik kurulacak tesislerin yatırım değerlerinin %13,5'i bir defaya mahsus olmak üzere kurumlar vergisinden indirilebilmektedir (KPMG 2016: 16).

2.1.2.1.2. Üretim vergi teşvikleri

Üretim vergi teşvikleri, YE yatırımlarından üretilen elektriğin satışından elde edilen gelir için kWh başına belirlenen bir oranda uygulanan gelir vergisi ve kurumlar vergisi indirimleri veya vergi kredilerine denilmektedir. Üretim vergi teşvikleri açısından yatırımların büyüklüğünden ziyade üretimin verimli olması önem arz etmektedir. ÜVT, özellikle büyük ölçekli YE tesislerinin desteklenmesinde etkili olmaktadır (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 9).

2018 yılı itibarıyla IEA üyesi 15 ülkede, yatırım vergi teşvikleri veya üretim vergi teşvikleri uygulanmaktadır. Bu ülkeler; ABD, Almanya, Avusturya, Belçika,

Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Fransa, Hollanda, İspanya, İsveç, İtalya, Kanada, Kore, Yunanistan ve Meksika'dır. IEA üyesi olan Avustralya, Yeni Zelanda, Estonya, İrlanda, Lüksemburg ve Türkiye gibi ülkelerde YE yatırımlarının kullanımının yaygınlaşmasına yönelik yatırım vergi teşvikleri veya üretim vergi teşvikleri uygulaması bulunmamaktadır (REN 21: 64-67).

2018 yılı itibarıyla IEA ile ilişkili 4 ülke, yatırım vergi teşvikleri veya üretim vergi teşvikleri uygulamaktadır. Bu ülkeler; Brezilya, Çin, Endonezya ve Hindistan'dır. IEA ile ilişkili Fas ve Singapur'da YE teknolojilerinin kullanımının yaygınlaşmasına yönelik yatırım vergi teşvikleri veya üretim vergi teşvikleri uygulaması bulunmamaktadır. IEA üyesi 11 ülke ve IEA ile ilişkili 4 ülke, hem vergi kredisi hem vergi indirimi uygulamaktadır (REN21 2018: 64-67).

2.1.2.1.3. Hızlandırılmış amortisman

YE yatırımcılarının enerji üretiminde kullanacakları ekipmanları normalde izin verilen sürelerden daha kısa bir sürede amortismanına tabi tutmasına hızlandırılmış amortisman denilmektedir. Amortisman, bir gider kalemi olduğu için hızlandırılmış amortisman gelir vergisi hesaplamalarında matrahı düşürmekte, vergi miktarını azaltmaktadır. Enerji santrallerinin amortisman süresi, ortalama olarak, yirmi ile otuz yıl arasında değişmekle birlikte hızlandırılmış amortismanına tabi tutulan YE santrallerinde amortisman süresi 15 yıla kadar inmektedir. Hindistan'da amortisman süresi, 1 yıla kadar indirilerek hızlandırılmış amortisman konusunda en çarpıcı örnek ortaya konulmuştur (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 13).

IEA üyesi ülkelerde hızlandırılmış amortisman uygulayan ülkelere örnek olarak Kanada, Hindistan, Meksika, Hollanda, Güney Afrika ABD, Belçika, Fransa, İrlanda, Lüksemburg ve Portekiz verilebilir. Kanada'da 23 Şubat 2005 tarihinden sonra ve 2020 yılından önce satın alınan birtakım YE ekipmanları için hızlandırılmış amortisman oranı, %50'dir. Hindistan'da, gelir vergisi kanununa dayalı olarak güneş ve rüzgâr gibi YE teknolojilerine net aktif değer %80'i oranında bir hızlandırılmış amortisman uygulanmaktadır. Meksika'da, YE üretmek amacıyla alınan ekipmanlar için amortisman süresi on iki ay olarak belirlenmiştir (KPMG 2016: 19-45).

2.1.2.1.4. Ar-Ge vergi indirimleri

Ar-Ge vergi indirimi uygulamasında YE yatırımlarına yönelik Ar-Ge harcamaları gelir vergisi matrahından indirilmektedir. Ar-Ge vergi indirimi, gelişmiş ülkelerde 1980'lerin başından itibaren önemli bir teşvik mekanizması olarak değerlendirilmekle birlikte zaman içerisinde önemini yitirmiştir. YE üreticileri tarafından yapılan Ar-Ge harcamalarının tamamı matrahtan indirilerek, YE yatırımlarının gelişiminin desteklenmesi amaçlanmıştır (Çelikkaya 2017: 71).

Güney Kore, yalnızca YE teknolojilerine Ar-Ge vergi indirimi uygulanırken, Kanada, Fransa, Japonya, Birleşik Krallık Avustralya ve ABD ise Ar-Ge vergi indirimini tüm sektörler için uygulamıştır (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 13). Ar-Ge vergi indiriminin tüm sektörler için uygulandığı Avustralya'da teşvikin yüzdesi YE üreticisi olan şirketin cirosuna bağlı olarak belirlenmiştir. Ar-Ge harcamalarına Çin'de %150 oranında kurumlar vergisi indirimi; Fransa'da 100 milyon Euro'yu aşmayan harcamalar için %30, 100 milyon Euro'yu aşan harcamalar için %5 oranında vergi indirimi; İrlanda ve İspanya'da %25 oranında vergi indirimi; Norveç'te KOBİ'ler için %20, büyük boy işletmeler için %18 oranında vergi indirimi uygulanmaktadır. İspanya'da vergi indirimi sonraki 18 vergi yılına devredebilmektedir. Birleşik Krallık'ta ise Ar-Ge harcamaları için vergi indirim oranı ilk yıl %100'dür (KPMG 2016: 13-69).

2.1.2.1.5. Vergi tatili

Vergi tatili uygulamasında mükellefler, gelir vergisi, katma değer vergisi, emlak vergisi vb. vergilerden belirli bir zamanı kapsayacak şekilde muaf tutulmaktadır. Vergi tatili, genellikle yatırımın ilk yıllarında uygulanmakta olup muafiyetin sona ermesiyle YE üreticisi, normal vergi oranları üzerinden vergilendirilmektedir. Vergi tatilleri, başlangıç maliyetleri konusunda üreticinin üzerindeki yükü hafifletmeyi amaçlamaktadır (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 15).

Vergi tatili, Çek Cumhuriyeti, Hindistan, Filipinler ve Ontario (Kanada)'da uygulanmıştır. Çek Cumhuriyeti'nde vergi tatili, küçük HES'ler için gelir vergisi ve emlak vergisine 5 yıl süreyle uygulanmıştır. Hindistan ve Filipinlerde vergi tatili, gelir vergisine, Hindistan'da 5 yıl için rüzgâr ve biyokütle, Filipinler'de ise 7 yıl küçük

HES'ler ve diğer teknolojilere uygulanmıştır. Ontario (Kanada)'da, YE yatırımlarının tümü için 10 yıl süreyle kurumlar vergisi ve emlak vergisine vergi tatili uygulanmıştır (Clement 2005: 15).

2.1.2.2. Harcamalar üzerinden alınan vergilerdeki teşvikler

YE üreticilerinin harcamaları üzerinden alınan vergiler Katma Değer Vergisi (KDV), Özel Tüketim Vergisi (ÖTV) ve ithalat (gümrük) vergisidir (Şenyüz, Yüce, Gerçek 2016: 245). Devlet, YE yatırımlarının kullanımını artırmak için bu vergilerin tamamı veya bir kısmını mükelleften belirli bir süre için tahsil etmekten vazgeçebilir.

2.1.2.2.1. KDV indirimleri

KDV indirimi uygulamasında, YE üreticilerinin yarattığı katma değer %100'e kadar vergi indirimine tabi tutulmaktadır (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 10). KDV indirimi, üretilen enerjinin yanı sıra enerji üretimi için ihtiyaç duyulan ekipmanların teminine de uygulanabilmektedir (Connor, Bürger, Beurkens, Ericson, Egger 2013: 10). Uygulamada, ağırlıklı olarak, makine ve teçhizat alımlarına KDV indirimi uygulanmaktadır. KDV indirimi, YE teknolojilerinin rakip teknolojiler ile karşılaştırmalı maliyetlerini düşürerek YE üretimine ekonomik açıdan bir avantaj sağlamaktadır (Connor Bürger, Beurkens, Ericson, Egger 2013: 10).

KDV indirimi, Fransa, İtalya ve Portekiz'de uygulanmıştır. Fransa'da KDV indirimi, YE yatırımlarından enerji üretmek için kurulum aşamasında veya mevcut teknolojilerin iyileştirilmesi için ihtiyaç duyulan temel teçhizatların alınması aşamasında, %5,5 oranında uygulanmıştır. İtalya'da, rüzgâr ve güneş enerjisi teknolojilerini kullanarak üretilen enerjinin satışının yanı sıra YE dağıtım hatlarına yapılan yatırımlara yönelik bir KDV indirimi söz konusudur. KDV oranı normalde %20 iken indirimli KDV oranı %10'dur. Portekiz'de ise, YE üreticileri genel KDV oranı olan %21 yerine %12 oranından ödeme yapmıştır (Cansino, Pablo-Romero, Roma'n, Yniguez 2010: 6004).

2.1.2.2.2. ÖTV istisnası

ÖTV istisnası, YE yatırımlarından üretilen elektriğe bu yatırımların çevre dostu olması gerekçesiyle birçok Avrupa ülkesinde uygulanmaktadır (Çelikkaya 2017:

74). YE yatırımlarına ÖTV istisnası uygulayan ülkeler, Almanya, Danimarka, Romanya, Slovakya, İsveç ve Polonya'dır. Almanya'da, 1999 yılından itibaren yürürlükte olan elektrik vergisinden YE yatırımlarını istisna edilmiştir. Slovakya Cumhuriyeti'nde, YE yatırımlarından üretilen elektrik 609/2007 sayılı Kanun çerçevesinde ÖTV'den istisna edilmiştir. Danimarka'da ÖTV istisnası, tüm YE yatırımları için geçerli değildir. ÖTV'den istisna olan teknolojiler rüzgâr ve güneş enerjisi ile HES'lerdir. ABD'de ÖTV istisnası, rüzgâr ve güneş enerjisi ekipmanlarını kapsamaktadır (Cansino, Pablo-Romero, Roma'n, Yniguez 2010: 6004- 6005).

2.1.2.2.3. İthalat (gümrük) vergisi indirimleri

YE üretiminde ihtiyaç duyulan ekipmanların gümrük vergisinin indirilmesi veya belirli bir süre için tamamen kaldırılması şeklinde uygulanan teşviklerdir (Çelikkaya 2017: 75). İthalat vergisi indirimleri, ithalatçı ülke kendi ekipmanlarını üretecek teknik bilgi ve kapasiteye ulaşana kadar geçen süreçte önem arz etmektedir. Yani YE yatırımlarının bir ülkede gelişim gösterdiği ilk aşamalarda ithalat vergisi indirimleri oldukça etkili bir teşvik mekanizmasıdır. YE yatırımlarına yönelik ithalat vergisi indiriminin uygulandığı IEA üyesi ülkeler; Çin, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya ve Hindistan'dır. Çin'de ithalat vergisi indirimi, rüzgâr, fotovoltaik ve biyokütleyle uygulanmıştır. Rüzgâr enerjisi santrallerinde kullanılan türbinler için indirim oranı %65 iken diğer parçalar için indirim oranı %82'dir. Güneş enerjisi ekipmanları için ithalat vergisi indirim oranı ise %30'dur. Çek Cumhuriyeti'nde tüm YE yatırımları için %100'e kadar ulaşan ithalat vergisi indirimi uygulanmıştır. Hindistan'da ise rüzgâr türbini parçaları için değişen oranlarda ithalat vergisi indirimi uygulanmıştır (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 13).

2.1.2.3. Emlak vergisi indirim/iade/istisnası

Emlak vergisi; bina, arazi ve arsalar üzerinden alınan bir servet vergisidir (Şenyüz, Yüce, Gerçek 2016: 381). YE üretiminde ihtiyaç duyulan bina, arazi ve arsalar üzerinden alınacak Emlak vergisine yönelik indirim, iade ve istisnalar YE üreticileri üzerindeki yükü bir miktar hafifletmektedir. Güneş ve rüzgâr enerjisi teknolojileri gibi sermaye yoğun YE yatırımlarına uygulanan emlak vergisi teşvikleri bu teknolojilerin geleneksel enerji teknolojileri ile rekabet etmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 9).

Emlak vergisi istisnası ve indirimi, daha çok Avrupa ülkelerinde uygulanmakta iken vergi iadesi Asya ülkelerinde uygulanmaktadır. ABD, vergi indirimi, vergi iadesi ve vergi istisnasının her üçünün de aynı anda uygulandığı tek ülkedir (Çelikkaya 2017: 71-72). Emlak vergisi istisnası uygulayan ülkeler, Bulgaristan ve Kanada'dır. Bulgaristan'da Emlak vergisi istisnası, konutlarda YE teknolojilerinin kullanımını yaygın hale getirmek için uygulanmıştır. Kanada'da konutlar için emlak vergisi mülkün piyasa fiyatına bakılarak tespit edilmekte olup YE teknolojileri kullananlara emlak vergisi istisnası uygulanmaktadır (Shazmin, Sipan, Sapri 2016: 539).

Emlak vergisi indirimi uygulayan ülkeler, İtalya, İspanya ve Romanya'dır. İtalya'da, belediye tarafından tahsil edilen emlak vergisi, mülkün değerinin %0,4'ü ile %0,7'si arasında değişen bir oranda uygulanmaktadır. 2008 yılı itibarıyla konutlarda elektrik veya ısı üretmek amacıyla YE teknolojileri kuranlara %0,4'ün altında bir oranda emlak vergisi uygulanmaya başlanmıştır (Cansino, Pablo-Romero, Roma'n, Yniguez 2010: 6003). İspanya'da emlak vergisi, mülkün değerine göre kentlerde %0,4 ile %1,10 arasında değişmekte iken; kırsal alanlarda %0,3 ile %0,9 arasında değişmektedir. Isı veya elektrik enerjisi üretmek amacıyla güneş enerjisi teknolojisi kuran konut sahiplerine emlak vergisinin %50'si oranında bir vergi indirimi uygulanmıştır. Emlak vergisinin %0,5 ile %0,25 arasında değiştiği Romanya'da ise, YE teknolojilerinden bir tanesini kullanan binalara emlak vergisinden %50 indirim uygulanmaktadır (Shazmin, Sipan, Sapri 2016: 538).

2.1.2.4. Geleneksel enerji kaynaklarından vergi alınması

Çevre kirliliğinin önlenmesi, vergilerin sosyal fonksiyonları arasında yer almaktadır. Çevre kirliliğinin neden olduğu negatif dışsallıkların içselleştirilmesi noktasında fiyat mekanizmasından yararlanılmaktadır (Öz 2012: 102). Bazı ülkeler dışsallıkların içselleştirilmesi maksadıyla negatif dışsallık yayan firmalardan fosil yakıt vergisi veya karbon vergisi olarak adlandırılan bir vergi almaktadırlar (Çelikkaya 2017: 75).

Fosil yakıt vergisi, iklim değişikliği ve küresel ısınmaya sebep olan karbondioksit emisyonunun kontrolü hedefiyle uygulanan bir vergi sistemidir. Geleneksel enerji kaynakları çevreye yoğun miktarda karbondioksit salınımı gerçekleştirdiği için, karbon vergisinin odak noktasını bu yakıtlar oluşturmaktadır

(Ekins 1999: 44-45). Geleneksel enerji üzerine konulacak vergi, emisyon miktarına bağılı olarak değişebileceği gibi tüketilen yakıt birimine bakılarak sabit bir oranda da alınabilir. YE yatırımlarına uygulanan vergi teşvikleri kadar doğrudan bir etkisi bulunmamakla birlikte bu teknolojilerin rekabet halinde bulunduğu geleneksel enerji kaynakları üzerine konulan bir vergi de dolaylı olarak YE yatırımlarının gelişimine katkıda bulunacaktır (Clement, Lehman, Hamrin, Wiser 2005: 16).

2.2. Türkiye’de Yenilebilir Enerji Yatırımlarına Yönelik Teşvik Uygulamaları

Günümüzde uygulanan teşvik sistemleri, gelişmiş ülkelerde ülke ekonomisinin dünya pazarlarında sahip olduğu payı muhafaza etmek ve istihdamın genişletilmesi kapsamında uygulanmaktadır. Öte yandan gelişmekte olan ülkelereyse teşvik uygulamaları uzun dönemde iktisadi gelişimi amaçlarken, istihdam, rekabet edebilme niteliği bulunan yüksek mal üretimi, işsizlik oranının düşürülmesi ve yabancı yatırımcıların ülkeye çekilmesi hedeflerini içermektedir. Uzun dönemli iktisadi gelişim planı ve kalkınma programları bulunan bu gibi ülkelerde, teşvik uygulamaları kalkınma stratejilerine uygun şekilde hazırlanmakta ve teşvikler istikrar sağlayıcı işlevler almaktadır (Karagöl, Akdeve 2013: 336).

Türkiye’de teşvik uygulamalarının kalkınma programlarını tamamlayan veya destek sağlayan bir yapısı bulunmaktadır. Yatırım teşvik uygulamaları, yatırımların çoğaltılması, yeni iş alanlarının açılarak istihdam düzeyinin yükseltilmesi ve bölgeler arası gelişmişlik farklarının düşürülmesi gibi hedeflerle Osmanlı döneminden bu yana uygulanmaktadır. Cumhuriyetin kuruluşunda bugüne dek ulaşılan sürede Türkiye’de uygulanan kalkınma programları ele alındığında; bölgesel eşitsizliklerin ortadan kaldırılması ve var olan kaynakların etkili kullanımı neredeyse her programda bulunmaktadır. Bu kapsamda teşvik programları da bu önceliklere önem vermiş bunun yanı sıra iç pazar üretim kalitesinin yükseltilmesi, katma değeri yüksek ürünlerin imal edilmesi ve böylelikle dış pazarlarda rekabet edebilmede süreklilik sağlanması ve dış yatırımların ülkeye çekilmesi için politikalar benimsemiştir. Türkiye’de bugüne dek farklı dönemlerde farklı uygulamaları kapsayan ve genellikle çeşitli yasalarla revize edilen teşvik tedbirleri uygulanmıştır (Eser 2011: 35).

2.2.1. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelik vergi dışı teşvikler

Türkiye’de kurulan ilk yenilenebilir enerji santralleri 04.12.1984 tarih ve 18610 sayılı Türkiye Elektrik Kurumu Dışındaki Kuruluşların Elektrik Üretimi İletimi Dağıtımı ve Ticareti Görevlendirilmesi Hakkında Kanun çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. İlgili düzenlemeden 4 ve 9. madde enerjinin satışı konusunda uygulanacak tarife için Enerji ve Tabii Kaynaklar bakanlığı yetkilendirilmiş olup uygulanacak tarifenin görevli şirketin teklifi ve bakanlığın onayı ile yürürlüğe girmesi kararlaştırılmıştır. Söz konusu düzenlemede yer alan madde 8 uyarınca görev süresi sonunda tesisin devlete bedelsiz olarak devredileceği açıklanmaktadır. Bu şekilde, genel olarak Yap İşlet Devret şeklinde tabir edilen bir model uygulanmıştır. İlerleyen yıllarda özel sektörün elektrik üretiminde yatırımlarını bu alana yönlendirmesi için 04.08.2002 tarih ve 24836 sayılı resmi gazetede Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği yayınlanmıştır. Bu düzenleme ile üretim santrali, topta satış dağıtım şirketi ve şebeke işletmecisinin sorumluluk ve yetkileri belirleyen bir düzenleme olmuştur (Yıldız, Özgener 2020: 11).

5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına Dair Kanunun (YEK) 2005 yılında yürürlüğe girmesi ile birlikte yenilenebilir enerji sektörü hız kazanmıştır. Ancak ikincil mevzuatın eksikliği sebebiyle nispeten daha düşük sabit fiyat garantisi oluşturduğu için yenilenebilir enerji kaynaklarına yapılan yatırımlar sınırlı kalmıştır. 2010 yılında YEK’de yapılan değişiklik ile bazı kaynaklara daha yüksek sabit fiyat garantisi sağlanarak yenilenebilir kaynaklara yönelik yatırımların arttırılması amaçlanmıştır. (Yılmaz, Hotunoğlu 2015: 78).

2011 tarihinde 27809 sayılı resmi gazetede yer alan değişiklik ile üretim lisansları sahipleri başvurularını her yıl yenileyerek 31 Ekim tarihine kadar Enerji Piyasası Düzenleme Kuruluna bildirmelidir. Destek kapsamına alınan başvuruların 30 Kasım tarihine kadar yayınlanacağı hükmüne yer verilmiştir. Ayrıca döviz cinsinden yer alan fiyatların merkez bankası döviz alış kuru üzerinden Türk Lirası olarak hesaplanmasına karar verilmiştir. Yatırımcıyı teşvik etmek için ayrıntılı bir tarife tablosu açıklanmış, belli süreyi kapsayan alım garantileri ile yatırımcının kur riskinden

korunması amaçlanmıştır. 2013 tarihinde 28790 sayılı resmi gazetede yer alan Gönüllü Karbon Piyasası Proje Kayıt Tebliği ile yenilenebilir enerji yatırımlarının teşvik edilmesi amaçlanmıştır. Ülkemizde karbon salınımını engelleyen yenilenebilir enerji santrallerinin proje bazlı kayıt ve belgelendirme yapılması için yasal altyapı düzenlemeleri gerçekleştirilmiştir. Ülkemizde onaylanmış olan uluslararası protokoller uyarınca karbon piyasasına katılım gönüllülük esaslı sağlanmaktadır. Avrupa ülkeleri ve birçok gelişmiş ülkede ise zorunluluk haline getirilmiştir (Yıldız, Özgener 2020: 11-12).

2019 yılı içinde toplam 20.801 MW Kurulu güce sahip 777 tesis teşvik mekanizması kapsamında desteklenmiştir. Kaynak türlerine göre bu santraller, 12.485 MW kurulu güçte 462 adet hidroelektrik, 6.481 MW kurulu güçte 160 adet rüzgâr, 1.253 MW kurulu güçte 45 adet jeotermal, 499,9 MW kurulu güçte 100 adet biyokütle ve 81,7 MW kurulu güçte 9 adet fotovoltaik şeklindedir. 2020 yılı içerisinde ise teşviklerden faydalanan tesis sayısı 817 olarak belirlenmiştir. Tesislerin 464 adeti hidroelektrik, 170 adeti rüzgâr, 124 adeti biyokütle, 49 adeti jeotermal, 25 adeti ise güneş santrallerinden oluşmaktadır (www.epdk.gov.tr).

2.2.1.1. Tarife garantisi teşvikleri (yerli katkı ilavesi ve sabit fiyat garantisi)

Yerli ekipman ilavesi, lisans sahibi olan kişilerin YE üretiminde kullanacağı ekipmanların yerli olmasını teşvik etmek amacıyla uygulanan bir mekanizmadır (Döner 2018:133). Yerli ekipman ilavesi, primli tarife garantisi benzeri bir uygulama olup yerli ekipman için yapılacak olan ilave ödeme, sabit fiyat garantisinin üzerine eklenmektedir. Yerli ekipman ilavesi, 5 yıl için uygulanacak bir teşvik mekanizmasıdır (Berksoy, Akbaş, Akdoğan 2018:27).

Tablo 6'da 6094 sayılı kanunun yenilenebilir enerji türlerine yönelik destek tarifeleri gösterilmiştir. 6094 sayılı kanun ile beraber 18 Mayıs 2005 tarihinden 31 Aralık 2015 tarihine kadar işletmeye girmiş/girecek olan ve daha sonra 31 Aralık 2020 tarihine kadar uzatılan yenilenebilir enerji santrallerine 10 yıl süre ile uygulanacak olan elektrik enerjisi satış fiyatları; hidroelektrik veya rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisleri için 7,3 ABD Doları cent/kWh, jeotermal enerjiye dayalı üretim tesisleri için

10,5 ABD Doları cent/kWh, biyokütle ve güneş enerjisine dayalı üretim tesisleri için 13,3 ABD Doları cent/kWh olarak belirlenmiştir.

Tablo 6. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Destek Tarifeleri

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar
Hidroelektrik üretim tesisi	7,3 (ABD Doları cent/kWh)
Rüzgâr enerjisine dayalı üretim tesisi	7,3 (ABD Doları cent/kWh)
Jeotermal enerjisine dayalı üretim tesisi	10,5 (ABD Doları cent/kWh)
Biyokütleyle dayalı üretim tesisi (çöp gazı dahil)	13,3 (ABD Doları cent/kWh)
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3 (ABD Doları cent/kWh)
10/05.2019 tarihinden itibaren bağlantı anlaşmasına çağrı mektubu almaya hak kazanılan yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı lisanssız elektrik üretim faaliyeti kapsamındaki tesisler	EPDK tarafından TL kuruş/kWh olarak ilan edilen kendi abone grubuna ait perakende tek zamanlı aktif enerji bedeli

Kaynak: 6094 sayılı Kanun, I Sayılı Cetvel.

Tablo 7’de görüldüğü üzere, yerli ekipman ilavesinde her bir YE teknolojisinin ekipmanı için ayrı ayrı oranlarda dolar cinsinden ödeme yapılmaktadır. Yerli ekipman ilavesi ve sabit fiyat garantisinin birlikte uygulanması halinde YE üreticilerine her ikisinin toplamı ödenmektedir. Yerli ekipman ilavesi uygulaması 01.01.2016 tarihi itibarıyla sona ermesi planlanmış (Eser, Polat 2015:219) Bakanlar Kurulu Kararı ile 2020 yılına kadar mevcut fiyatlar üzerinden devam edilmesi kararlaştırılmıştır.

Tablo 7. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Teknolojileri İçin Yerli Ekipman İlavesi

Yenilenebilir Enerji Teknolojisi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (USD Sent/kWh)
Hidro	1.Türbin	1,3
	2.Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
Rüzgâr	1.Kanat	0,8
	2.Jeneratör ve güç elektroniği	1,0
	3.Türbin kulesi	0,6
	4.Rotor ve nasel gruplarındaki mekanik aksamın tamamı	1,3
Güneş	1.PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği imalatı	0,8
	2.PV modülleri ve modülü oluşturan hücreler	1,3-3,5
	4.İnvertör	0,6
	5.PV modeli üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0,5
	6.Radyasyon toplama tüpü	2,4
	7.Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	8.Güneş takip sistemi	0,6
	9.İsı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	10.Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim sisteminin mekanik aksamı	2,4
	11.Stirling motoru	1,3
	12.Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6
Biyokütle	1.Akışkan yataklı buhar kazanı	0,8
	2.Sıvı veya gaz yataklı buhar kazanı	0,4
	3.Gazlaştırma ve gaz temizleme grubu	0,6
	4.Buhar veya gaz türbini	2,0
	5.İçten yanmalı motor veya stirling motoru	0,9
	6.Jeneratör ve güç elektroniği	0,5
	7.Kojenerasyon sistemi	0,4
Jeotermal	1.Buhar veya gaz türbini	1,3
	2.Jeneratör ve güç elektroniği	0,7
	3.Buhar enjektörü veya vakum kompresörü	0,7

Kaynak: 6094 sayılı Kanun, II Sayılı Cetvel.

Lisanssız üretim hakkı ile sabit fiyat garantisinin eşanlı uygulanmasını bir örnekle açıklamak gerekirse, güneş enerjisinden elektrik üreten bir kişi Türkiye’de üretilen fotovoltaik modüllerini kullanıyor olsun. Bu kişi teşvik olarak 13,3 USD sent/kWh SFG ile 1,3 USD sent/kWh lisanssız üretim hakkı teşvikinin toplamı olan 14,6 USD sent/kWh’lik bir gelir elde etmiş olacaktır (Eser, Polat 2015: 219).

Tablo 8. YEK İçin 6094 Sayılı Kanun'un I ve II Sayılı Cetvelden Yararlanan Toplam Firma Sayısı, Üretilen Enerji ve Ödenen Teşvik Miktarları

	Yıllar	I Sayılı Cetvelden Yararlanan Firma Sayısı	II Sayılı Cetvelden Yararlanan Firma Sayısı	Üretilen Enerji (kWh)	Toplam Ödenen (Dolar)
Güneş	2010	0	0	0	0
	2015	0	0	0	0
	2016	0	0	0	0
	2017	3	1	2.559.624	347.470.978
	2018	9	7	24.165.921,50	3.279.234.719
Rüzgâr	2010	9	0	888.572.274	64.865.776
	2015	106	51	8.504.034.009	643.542.077
	2016	141	76	11.616.654.076	893.388.169
	2017	151	89	14.862.931.477	1.137.640.747
	2018	160	90	16.667.918.650,80	1.272.361.695
Biyokütle	2010	3	0	206.070.881	27.407.427
	2015	42	1	960.056.555	127.695.937
	2016	57	3	1.070.879.773	142.487.546
	2017	70	5	1.337.637.328	178.320.900
	2018	100	6	1.694.411.080,81	225.499.200,9
Jeotermal	2010	4	0	496.276.905	52.214.075
	2015	20	3	1.916.068.990	204.923.511
	2016	31	7	2.870.767.093	305.592.257
	2017	37	17	3.931.667.362	420.966.709
	2018	45	21	4.988.879.975,00	2.390.526.285
Hidroelektrik	2010	4	0	90.775.118	66.265.836
	2015	388	8	12.278.334.335	897.019.114
	2016	418	12	24.940.797.754	1.821.742.368
	2017	447	15	26.880.094.391	1.964.746.176
	2018	463	19	24.661.023.341,19	1.803.841.010

Kaynak: Erdoğan 2019: 46-59

Tablo 8’de yenilenebilir enerji kaynakları için (güneş, rüzgâr, biyokütle, jeotermal, hidroelektrik) 2010-2018 arasında I ve II sayılı cetvelden yararlanan firma sayıları, ödenen teşvik ücretleri ve üretilen enerji miktarları gösterilmiştir. Güneş enerjisi için I ve II sayılı cetvellere yararlanan firma sayısı 2010 yılında 0 iken, 2018 yılında I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 9’a II sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı ise 7’ye yükselmiştir. Ödenen teşvik miktarları bakımından 2016 yılına

kadar herhangi bir teşvik ödemesi yapılmaz iken, 2017 yılında 347.470,928 dolar ödeme yapılmış, 2.559.624 kWh üretim gerçekleştirilmiştir. 2018 yılında ise 3.279.234,719 dolar ödeme yapılmış, 24.165.921,50 kWh üretim gerçekleştirilmiştir.

Rüzgâr enerjisi için I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 2010 yılında 9 iken 2018 yılında 161'e yükselmiş, II sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı ise 2010 yılında 0 iken 2018 yılında 90'a yükselmiştir. 2010 yılından 888.572.274 kWh enerji üretimine karşılık 64.865.776 dolar ödeme gerçekleştirilmiş, 2018 yılında ise 16.667.918.650,80 kWh üretim karşılığında 1.272.361.695 dolar ödeme gerçekleştirilmiştir.

Biyokütle enerjisi açısından, 2010 yılından I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 3 iken, bu sayı 2018 yılında 100'e yükselmiştir. II sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı ise 2010 yılında 0 iken, 2018 yılında 6'ya yükselmiştir. 2010 yılında 206.070.881kWh üretimine karşılık 27.407.427 dolar ödeme yapılmıştır. 2018 yılında ise 1.694.411.080,81 kWh üretime karşılık 225.499.200,9 dolar ödeme gerçekleştirilmiştir.

Jeotermal enerji açısından. I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 2010 yılında 4 iken, 2018 yılında 45'e yükselmiştir. II sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı ise, 2010 yılında 0 iken, 2018 yılında 21'e yükselmiştir. 2010 yılından gerçekleşen 497.276.905 kWh üretime karşılık 52.214.075 dolar ödeme yapılırken, 2018 yılından 4.988.879.975,00 kWh üretime karşılık 2.390.526.285 dolar ödeme gerçekleştirilmiştir.

Hidroelektrik enerji açısından, 2010 yılında I sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı 4 iken, 2018 yılında 463'e yükselmiştir. II sayılı cetvelden yararlanan firma sayısı ise 2010 yılında 0 iken, 2018 yılında 19'a yükselmiştir. 2010 yılından gerçekleşen 90.775.118 kWh enerjiye karşılık 66.265.836 dolar ödeme yapılırken, 2018 yılında 24.661.023.341,19 kWh enerjiye karşılık 1.803.841.010 milyar dolar ödeme gerçekleştirilmiştir.

Tablo 9. 01/07/2021 Tarihinden 31/12/2025 Tarihine Kadar İşletmeye Girecek YEK Belgeli Üretim Tesisleri İçin Güncellemeye Esas YEK Destekleme Mekanizması ile Yerli Katkı Fiyatları ve Uygulama Süreleri

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi		YEK Destekleme Mekanizması Fiyatı (Türk Lirası kuruş/kWh)	YEK Destekleme Mekanizması Fiyatı Uygulama Süresi	Yerli Katkı Fiyatı	Yerli Katkı Fiyatı Uygulama Süresi
a. Hidroelektrik Üretim Tesis		40,00	10	8,00	5
b. Rüzgâr Enerjisine Dayalı Üretim Tesis		32,00	10	8,00	5
c. Jeotermal Enerjisine Dayalı Üretim Tesis		54,00	10	8,00	5
d. Biyokütle Dayalı Üretim Tesis	Çöp Gazı / Atık lastiklerin işlenmesi sonucu ortaya çıkan yan ürünlerden elde edilen kaynaklar	32,00	10	8,00	5
	Biyometanizasyon	54,00	10	8,00	5
	Termal Bertaraf (Belediye atıkları, bitkisel yağ atıkları, gıda ve yem değeri olmayan tarımsam atıklar, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri, sanayi atık çamurları ile arıtma çamurları)	50,00	10	8,00	5
e. Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesis		32,00	10	8,00	5

Kaynak: 29/01/2021 Tarihli 3453 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararı.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretim yatırımlarına verilen kWh başına fiyat garantisi, 01/07/2021 tarihinden sonra güncellenerek cent olarak ödenen tutarlar kuruş cinsinden belirlenmiştir. 2025 yılı öncesine kadar faaliyete geçirilecek olan YEK'e dayalı santrallerin 10 yıllık üretimlerine destek sunulacaktır. Yerli ekipman kullanan tesislere verilecek ilave destek tutarları da ilk 5 yıl için verilecektir. YEKDEM kapsamında en yüksek teşvik kWh başına 54 kuruş ile jeotermal kaynaklar ve biyometanizasyon bazlı biyokütle kaynakları için verilmiştir. En düşük destekleme fiyatı ise 32 kuruş ile güneş ve rüzgâr enerjileri için verilmiştir. Yılda dört kez döviz ve enflasyon oranına bağlı olarak güncellenecek destekleme fiyatlarının cent yerine kuruş cinsinden verilerek alım garantisi tutarları düşürülmüştür. Eski YEKDEM fiyatlarına göre alım tutarlarında %25-%67 arasından azalış meydana gelmiştir (www.dunya.com). Teşvik tutarlarındaki azalma ile beraber yenilenebilir enerji yatırımlarını olumsuz etkilemesi beklenmektedir.

2.2.1.2. Lisans ücretinden muafiyet

Lisansız Üretim Hakkı, Türkiye’de sabit fiyat garantisinden sonra yatırımcıların YE yatırımlarına ilgisini artıran en önemli teşvik mekanizmaları arasında yer almaktadır (Yılmaz, Hotunluoğlu 2015: 89). Türkiye’de elektrik enerjisi üreticileri üretim tesislerinin kurulu kapasitesine bağlı olarak lisans ücreti ödemektedirler. YE kullanımını teşvik etmek için üreticilerin bu lisans ücretinden muaf tutulmasına lisanssız üretim hakkı denilmektedir (Eser, Polat 2015: 219). Lisansız üretim hakkı, kurulu kapasitesi en fazla 1 MW olan YE tesislerinin lisans alma ve şirket kurma yükümlülüğünden muaf tutulması şeklinde uygulanmaktadır (Döner 2018: 140). Lisans ücretinden ilk 8 yıl için muafiyet söz konusu iken sonraki yıllarda lisans ücretinin %10’unun ödenmesi gerekmektedir (Berksoy, Akbaş, Akdoğan 2018: 29). Lisanssız üretim hakkı ile YE yatırımcılarına sağlanan kolaylıklar; bürokratik süreçleri azaltması, rekabeti artırması ve enerji arz güvenliğini sağlaması şeklinde sıralanabilir (Döner 2018: 140).

Lisanssız üretim hakkı, son olarak 6446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile düzenlenmiştir. Yapılan düzenlemelerle lisanssız üretim yapma koşulları belirlenmiş, 500 kW olan lisanssız üretim hakkı 1 MW’ye çıkartılmıştır. Lisanssız üreticilere yönelik diğer teşvikler YE teknolojilerini kullanarak ürettikleri elektriğin tüketimi aşan kısmını sabit fiyat garantisinden yararlanarak şebekeye satabilmeleri ve kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere 1.000 kWh kurulu kapasiteye kadar inşa ettikleri YE tesislerinin plan ve projeleri için hizmet bedeli alınmamasıdır (Berksoy, Akbaş, Akdoğan 2018: 29).

Lisans alacak üreticileri de YE teknolojilerini kullanma konusunda teşvik etmek için birtakım uygulamalar mevcuttur. Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği’ne göre ön lisans ve üretim lisansı başvuru bedelinin yalnızca %10’unun ödenmesi, YE üretim tesisinin tamamlanmasını izleyen ilk 8 yıl için lisans bedeli alınmaması (Döner 2018: 142), EPDK’ya lisans almak için başvuru yapılması halinde YE üreticilerine öncelik tanınması YE yatırımların teşvikine yönelik uygulamalardır (Berksoy, Akbaş, Akdoğan 2018: 29).

2.2.1.3. İhale yöntemi ile teşvik

Türkiye’de ihale sistemi, 2016 yılında yayınlanan YEKA ile uygulanmaya başlamıştır. İhale sisteminin uygulanma amacı, YE’den elektrik üreten tesislerde ihtiyaç duyulan ileri teknoloji ekipmanların yurt içinde üretimi ve teminini sağlamaktır. Sistem YEKA kullanım hakkı yarışması vasıtasıyla uygulanmakta olup ilk örneği 2017 yılında Konya-Karapınar’da güneş enerjisi için verilmiştir. İhalenin koşulları; Türkiye sınırları dâhilinde 500 MW kurulu kapasiteye sahip bir tesis inşa edilmesi, yerli ekipman kullanımı ve yerli mühendis istihdamıdır. İkinci ihale de yine 2017 yılında 5 farklı bölgede 1.000 MW’lık rüzgâr enerjisi santrali kurulması için düzenlenmiştir. Bu ihalenin koşulları ise 10 yıl boyunca rüzgâr enerjisi ekipmanlarına yönelik Ar-Ge çalışması yapılması ve bu Ar-Ge çalışmalarında yüzde 80 oranında Türk mühendis çalıştırılmasıdır (Berksoy, Akbaş, Akdoğan 2018: 31).

2.2.2. Türkiye’de yenilenebilir enerji kullanımına yönelik vergisel teşvikler

YE yatırımlarının kullanımını yaygınlaştırmak amacıyla dünyanın pek çok ülkesinde uygulanan ÖTV istisnası, emlak vergisi istisnası gibi teşvikler Türkiye’de uygulanmamaktadır (Eser, Polat 2015: 220). Türkiye’de YE yatırımlarına uygulanan vergisel teşvikler; damga vergisi istisnası, kurumlar vergisi istisnası ve KDV istisnasıdır. YE yatırımlarına uygulanan diğer vergisel teşvikler ise 01 Ocak 2012 tarihinde uygulanmaya başlanan yatırım teşvik programı kapsamında yer almaktadır (Ulusoy Bayraktar, 2018: 150).

2.2.2.1. Kurumlar vergisi ve KDV istisnası

6446 sayılı Kanun’un geçici 3 üncü maddesine göre 2023 yılı sonuna kadar elektrik dağıtım şirketleri ve elektrik üretim şirketlerinin özelleştirilmesi çalışmalarını kapsamında yapılacak olan devir, bölünme, kısmi bölünme ve birleşme işlemleri neticesinde ortaya çıkan kazançlar kurumlar vergisinden istisnadır (Döner 2018: 138). Ayrıca aynı kanunun geçici 3 üncü maddesi kapsamında yapılacak olan teslim ve hizmetler de KDV’den istisnadır.

2.2.2.2. Damga vergisi istisnası

Damga vergisi istisnası, Türkiye’de 2012 yılına kadar YE yatırımlarına uygulanan tek vergisel teşviktir (Sezer 2012: 52). YE üretim tesislerinin yatırım döneminde yapılan işlemler harçtan muaf tutulmakta ve düzenlenen kâğıtlar damga vergisinden istisna edilmektedir (Döner 2018: 138). Ayrıca 6446 sayılı Kanun’a göre organize toptan elektrik piyasalarında yapılan işlemlere yönelik düzenlenen kâğıtlar damga vergisinden istisna edilmektedir (Berksoy, Akbaş, Akdoğan 2018: 31).

2.2.2.3. 2012/3305 sayılı yatırımlarda devlet yardımları hakkında karar

2012/3305 sayılı Karar kapsamında uygulanan teşvik sistemi; genel teşvik uygulamaları, bölgesel teşvik uygulamaları, büyük ölçekli yatırımların teşviki ve stratejik yatırımların teşviki olmak üzere dört grupta incelenmektedir. Genel teşvik uygulamaları yatırım konularından herhangi birisinin kapsamına giren, belirlenmiş asgari sabit yatırım koşulunu sağlayan tüm yatırımları içermektedir. YE üreticilerine genel teşvik uygulamaları kapsamında uygulanacak vergisel teşvikler; KDV istisnası, gümrük vergisi muafiyeti ve 6. bölgede gerçekleştirilecek yatırımlar için gelir vergisi stopajı desteğidir (Ersungur, Takım 2018: 731).

Bölgesel teşvik uygulamaları, bölgeler arasında oluşan gelişmişlik farkının ortadan kaldırılması amacıyla uygulanan bölgesel bazlı teşviklerdir. Türkiye, 6 teşvik bölgesine ayrılmış ve her bir yatırım türü için asgari yatırım tutarları belirlenmiştir. 1. ve 2. bölgelerde asgari yatırım tutarı 1 milyon TL iken, diğer bölgeler için asgari yatırım tutarı 500.000 TL’dir. 6. bölge için ayrıca %38’lik bir işgücü maliyeti indirimi söz konusudur. YE üreticilerine uygulanan bölgesel teşvikler; genel teşviklere ilave olarak vergi indirimi, sigorta primi işveren hissesi desteği, yatırım yeri tahsis, 1. ve 2. bölgeler hariç diğer bölgeler için faiz desteği, 6. bölge için gelir vergisi stopajı desteği ve sigorta primi desteğidir (Altay, Karabulut 2017: 190).

Büyük ölçekli yatırımların teşvikiyle Türkiye’de teknolojik imkânların ve Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması amaçlanmaktadır. Büyük ölçekli yatırımlara yönelik teşvikler faiz desteği dışında bölgesel teşvikler ile aynıdır. Faiz desteği büyük ölçekli yatırımların teşvikinden kullanılan bir mekanizma değildir. YE teknolojilerine yapılan yatırımlar büyük ölçekli yatırım kapsamında değerlendirilmediğinden teşvik uygulamalarından yararlanamamaktadır. Stratejik yatırım uygulamalarıyla ithalat

bağımlılığı yüksek olan ürünlerin üretilmesi hedeflenip minimum 50 milyon TL yatırım yapılması koşuluna dayanmaktadır. Sunulan teşvikler bölgesel teşviklerin tamamını kapsamakta ve ek olarak KDV iadesi uygulanmaktadır. Elektrik üretimi stratejik yatırımlar içerisinde doğrudan yer almayıp yatırımı yapan kişinin elektrik enerjisini doğalgaz dışında bir enerji kaynağından üretmesi halinde stratejik yatırım olarak kabul edilmektedir (Ersungur, Takım 2018: 730).



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. TÜRKİYE’DE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN EKONOMİK ETKİLERİ

Çalışmanın bu bölümünde Türkiye’de yenilenebilir enerjinin öneminden ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ülke ekonomisine olan etkileri incelenmektedir. Bu kapsamda yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme, istihdam, dışa bağımlılık-enerji arz güvenliği, cari açık ve sürdürülebilir kalkınma-çevre üzerindeki etkileri araştırılmaktadır.

3.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi

Günümüzde enerji, uluslararası arenada rekabet gücü, siyasi ve ekonomik üstünlüğün en önemli unsurudur. Bu nedenle enerji arz güvenliği, sürdürülebilirliği ve erişim kolaylığının sağlanması ülkeler için önem arz etmektedir. Bu kapsamda enerjide dışa bağımlı olan Türkiye için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmenin ve kullanımının artırılması; enerji bağımlılığını azaltması, milli gelirde ve istihdam oranlarında artış, yeni yatırım alanları, düşük ithalat oranı, enerji arzı güvenliği, enerji kaynağı çeşitliliği, çevresel katkılar gibi pek çok konuda ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır (Arslan, Solak 2019:1384).

Gelişmekte olan ülkeler içerisinde yer alan Türkiye’nin büyüme oranları artış sergilemektedir. Bu kapsamda enerjiye olan talebi de sürekli artış göstermektedir. Ancak yenilenebilir enerji kaynakları bakımından yüksek potansiyele sahip olan ülkemizde bu talep büyük oranda dışardan ithal edilen fosil yakıt kullanımıyla gerçekleştirilmektedir. Toplam enerji tüketimi içinde enerji ithalatı payının %75 düzeyinde olduğu ülkemizde 2018 yılı verilerine göre birincil enerji arzı içinde fosil yakıtların payı %86 iken yenilenebilir enerji payının %14’tür. Yine elektrik üretiminde fosil yakıt payı %68 iken yenilenebilir enerjinin payı %34’tür (Karaca, 2020:24).

Enerji ihtiyacının %73’ünü ithalatlar yoluyla elde eden Türkiye, net bir enerji ithalatçısı konumundadır. İthal edilen enerji tutarı 2012 yılında 60,1 milyar dolar iken

2017 yılında 37,2 milyar dolara düşmüş ancak 2018 yılında yaklaşık 42,99 milyar dolara yükselmiştir. Enerjide ithalat bağımlılığı, yerel ve yenilenebilir enerji kaynaklarını devreye almak için yeni politika ve yatırım modellerinin oluşturulması ve uygulanmasının arkasındaki temel itici güç olmuştur. Bu kapsamda önemli miktarda yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olan ülkemizde bu potansiyelin kullanımı son yıllarda artış göstermiştir. Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarının 2020 sonrasındaki pazar konumunu güçlendirmek için elverişli bir yatırım ortamı oluşturmak için farklı yatırımcı türlerini ele alan ve kazançlı teşvik araçlarıyla desteklenen, lisanssız (küçük ölçekli), lisanslı (orta ölçekli) ve YEKA (büyük ölçekli) gibi çeşitli yatırım modelleri tasarlamıştır (<https://www.invest.gov.tr>).

Türkiye son dönemde enerji üretimi kapsamında genelde yenilenebilir enerji kaynaklarına özelde ise güneş ve rüzgâr enerjisine yönelim gerçekleştirmektedir. Türkiye 2023 yılı için elektrik enerjisi talebinin yaklaşık %30'u yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamayı hedeflemektedir. Bu kapsamda Türkiye'de hidroelektrik enerji potansiyel toplamının (yaklaşık 36.000 MW) elektrik üretmek için faaliyete geçirilmesi, rüzgâr kurulu gücünün 20.000 MW'a yükseltilmesi, jeotermal enerji ve biyokütle enerjisi için 1.000 MW'lık bir kapasiteye ulaşılması ve güneş enerjisinde 5.000 MW'lık bir kurulu güç kapasitesine sahip olunması beklenmektedir. Bu hedeflerin gerçekleştirilebilmesi için ise yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yaklaşık 60 milyar dolar yatırım yapılması planlanmaktadır (Tanrıöver 2020:55-56).

Türkiye bulunduğu konum itibarıyla yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli bakımından verimli bir ülkedir. Bu potansiyeli değerlendirme açısından diğer ülkelerle kıyaslandığında ise potansiyeli ile zıt bir sonuç ortaya çıkmaktadır (Yüksel, Kaygusuz 2011: 4132). Türkiye'nin enerjide %70 oranında dışa bağımlı olması ve bu durumun cari açık ve fosil yakıtların oluşturduğu çevre sorunları gibi ciddi problemlere yol açması nedeniyle yenilenebilir enerji potansiyelinin üretime kazandırılması Türkiye için hayati bir rol oynamaktadır. Bu çerçevede tablo 10 ve tablo 11'de yıllar itibarıyla Türkiye'de yenilenebilir enerji potansiyellerinin kurulu güç payları ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen elektrik üretim miktarları yer almaktadır.

Tablo 10. Yenilenebilir Enerji Potansiyellerinin Kurulu Güç Payları (MW)

	Biyokütle	Hidroelektrik	Güneş	Jeotermal	Rüzgâr	Toplam Yenilebilir Kaynaklar
2000	10	11.175		18	19	11.222
2005	14	12.906		15	20	12.955
2010	86	15.831		94	1.320	17.331
2015	277	25.868	249	624	4.503	31.521
2016	364	26.681	833	821	5.751	34.450
2017	477	27.273	3.421	1.064	6.516	38.751
2018	739	28.291	5.063	1.283	7.005	42.381
2019	1.163	28.503	5.995	1.515	7.591	44.768
2020/9	1.238	29.790	6.361	1.515	8.077	46.981

Kaynak: TEİAŞ ve KPGM.

Tablo 10’da Türkiye’nin 2000-2020 yılları arasında YE potansiyelinin kurulu güç payları yer almaktadır. Kurulu gücün artmasına yönelik olarak gerçekleştirilen kanunlar ve teşviklerle beraber 2000 yılında 11.222 MW olarak gerçekleşen toplam kurulu güç, 2020 yılının ilk 9 ayına gelindiğinde 46.981 MW seviyesine ulaşmıştır. 2020 yılının ilk 9 ayında 46.981 olarak gerçekleşen toplam kurulu gücün 29.790 MW hidroelektrik enerjiden, 8.077 MW rüzgâr enerjisinden, 6.361 MW güneş enerjisinden, 1.515 MW jeotermal enerjiden ve 1.238 MW biyokütle enerjisinden meydana geldiği görülmektedir. 2000 yılında yenilenebilir kaynaklarda kurulu güç payının tamamına yakını hidroelektrik ile karşılanırken, diğer yenilenebilir kaynakların kurulu güç potansiyelinin artmasıyla birlikte 2020 yılı eylül ayı itibariyle bu oran hidroelektrik enerji için %63 oranında gerçekleşmiştir. Hidroelektrik enerji payı oransal olarak azalmasına rağmen kurulu güç bakımından en büyük paya sahip olma özelliğini korumaya devam etmektedir. 2020 yılı eylül ayı itibariyle, rüzgâr enerjisi için %17, güneş enerjisi için %14, jeotermal ve biyokütle enerjisi için ise %3 civarında gerçekleşmiştir (TESK Enerji Görünümü Özet Raporu 2020: 28).

Tablo 11. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretimi Gelişimi (MWh)

Kaynak	2015	2016	2017	2018	2019	2020/9
Biyokütle	1.758	2.372	2.972	3.623	4.524	3.991
Hidroelektrik	67.146	67.231	58.219	59.939	88.886	66.377
Güneş	194	1.043	2.889	7.800	10.542	9.624
Jeotermal	3.425	4.819	6.128	7.431	8.230	6.826
Rüzgâr	11.653	15.517	17.904	19.949	21.515	18.645
Yenilenebilir Toplam	84.175	90.981	88.111	98.741	133.697	105.464

Kaynak: TEİAŞ ve TSKB.

Tablo 11’de Türkiye’de 2015 ile 2020 yılı eylül ayı arasında gerçekleşen yenilenebilir enerjiden elektrik üretim gelişimi verilmiştir. 2015 yılında yenilenebilir kaynaklardan gerçekleştirilen üretim 84.175 MWh iken bu oran 2020 yılının eylül ayında 105.464 MWh olarak gerçekleşmiştir. Bütün yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik üretim miktarı yıllara göre sürekli bir artış göstermesi ve doğal gaz santrallerinde üretimin azalmasıyla 2015-2018 yılları arasında ortalama %31,8 olarak gerçekleşen yenilenebilir enerjilerin payı, 2019 yılında %43,9’a, 2020 yılının eylül ayında ise %46,5 seviyesine ulaşmıştır. 2020 yılının eylül ayına göre toplam elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payına bakıldığında %29 ile hidroelektrik, %8 ile rüzgâr enerjisi, %3 ile güneş enerjisi ilk üç sırayı almaktadır (TESK Enerji Görünümü Özet Raporu 2020: 29).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyelinin değerlendirilmesi ve enerji ihtiyacını karşılaması amacıyla 2005 tarihinde “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanılmasına İlişkin Kanun (YEK)” yürürlüğe girmiştir. Yenilenebilir kaynakların potansiyelinin tespit edilmesi ve yatırımların gerçekleştirilmesinin hukuki zemini hazırlanmıştır. Türkiye’nin 2020 yılı itibarıyla yenilenebilir enerji kapasitesine 4800 MW ve yenilenebilir enerji yatırımlarına 7 milyar dolarlık bir ilave sağlanmıştır (ETKB). Türkiye’de ekonomik büyüme hızının artması ile enerji ihtiyacını artırmakta ve dışa bağımlılığın birincil enerji kaynaklarından sağlanması halinde yenilenebilir enerjiye olan talebi canlandırmaktadır Kalkınma Bakanlığı tarafından açıklanan Orta Vadeli Programa göre enerji başta olmak üzere dışa bağımlı olunan sektörler için yapısal iyileştirmeler ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulu güç paylarının artırılması, kullanılan ekipmanların yerli imkanlar ile üretilmesi vb. önlemler ile cari açığın azaltılması planlanmaktadır. Üretimi yerli imkanlar ile gerçekleştirilecek

ekipmanların istihdama olumlu yönde katkı sağlaması beklenmektedir. Doğalgaz vb. fosil kaynakların çevreye karşı oluşturduğu tahribat, yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşmasıyla çevreye karşı oluşan zararın önüne geçilmesi planlanmaktadır (Ömeroğlu 2018:23).

3.2. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Ekonomik Etkisi

3.2.1. Ekonomik büyüme üzerindeki etkisi

Ekonomik büyüme; bir ülkede belli bir zaman içinde meydana gelen üretim kapasitesi ve üretilen mal, hizmet miktarında meydana gelen artış olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir tanıma göre ise kişi başına düşen GSYH’nin artmasıyla büyüme gerçekleşmektedir (Türlüoğlu 2019:3). Ülkelerin enerji tüketimleriyle büyüme oranları arasında bir nedensellik ilişkisi olduğu ifade edilmektedir. Ekonomik büyüme sonucu artan milli gelir tüketim ve yatırım harcamalarını artırarak daha çok tüketime sebep olur ve bu tüketimi sonucu olarak üretim artışı gerçekleşir Bu kapsamda yenilenebilir kaynaklar emek yoğun-sermaye yoğun olarak gerçekleşen üretim teknolojilerine katkı sağlamaktadır. Yenilenebilir enerjinin meydana getireceği istihdam, işsizlik oranlarının azalmasına ve enerji arzının azalmasıyla beraber yurt içinde kalan kaynakların daha etkin kullanılmasına imkân sağlayacaktır (Özşahin, Mucuk, Gerçek 2016: 118).

Türkiye’de ekonomik büyüme hızı arttığında enerjiye duyulan ihtiyaçta da artmaktadır. Enerjide dışa bağımlılığın %70-80’lere varan oranı yenilenebilir enerjiye yönelik politikalar geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar bakımından verimli bir ülke olarak nitelendirilen Türkiye, enerjide dışa bağımlılığı azaltarak büyüme sağlamak ve sosyal refahı artırma amacındadır. Enerji arzında meydana gelen sorunlar enflasyona sebep olmakta ve bu durum ürünlerin fiyatlarının yükselmesiyle talep eksikliğine yol açmaktadır. Enerjide dışa bağımlılığı azaltarak ekonomik büyüme amacında olan Türkiye fosil yakıtların temininde yaşanan sorunlardan dolayı başarılı sonuca ulaşamamaktadır. (Çağlar, Kubar, Korkmaz 2017: 105-106).

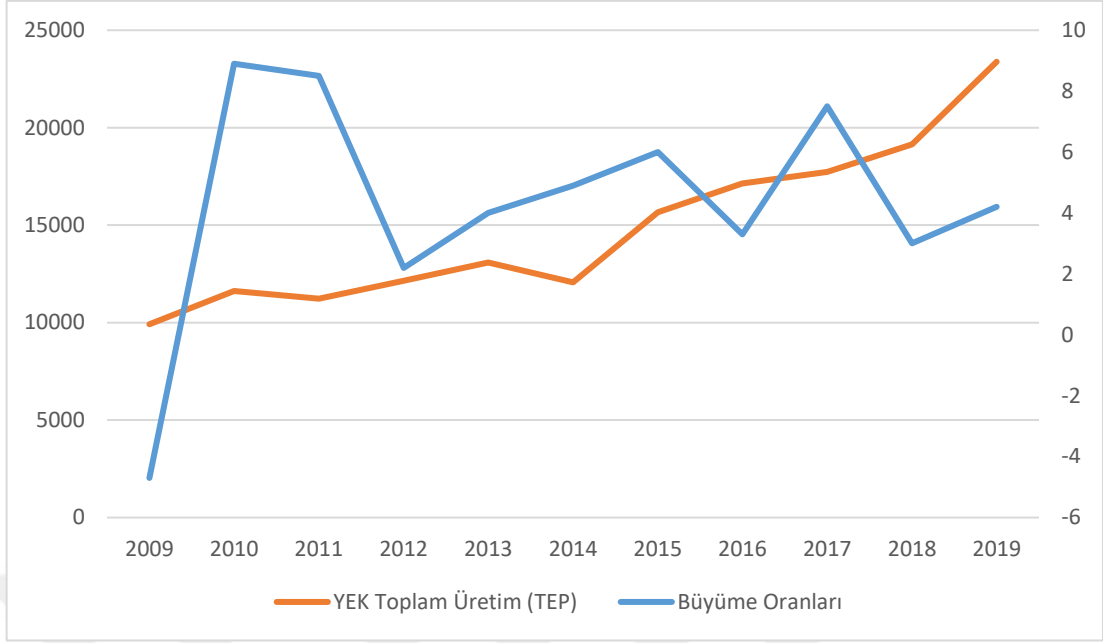
Gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye çok sayıda ciddi durgunluğa ve düzensiz büyüme oranlarına rağmen yine de büyümeye devam etmektedir. Büyüme gösteren ekonomiye ilişkin olarak Türkiye enerji piyasası da dünyanın hızlı büyüyen enerji pazarları arasında yer almaktadır. Tablo 12’de Türkiye’nin 2009-2019 dönemine ilişkin GSYH, büyüme oranları, YE üretim miktarı yer almaktadır.

Tablo 12. Türkiye’de GSYH, Büyüme Oranları ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Toplam Üretimleri

YIL	GSYH (Cari Milyar Dolar)	Büyüme Oranları (%)	YEK Toplam Üretim (TEP)
2009	649.289	-4.7	9.916
2010	776.968	8.9	11.625
2011	838.786	8.5	11.223
2012	880.556	2.2	12.155
2013	957.799	4	13.087
2014	938.934	4.9	12.060
2015	864.314	6	15.657
2016	869.683	3.3	17.136
2017	858.989	7.5	17.738
2018	778.382	3.0	19.146
2019	761.425	4.2	23.382

Kaynak: OECD 2021 ve Dünya Bankası 2021.

Tablo 12’de Türkiye’nin 2009-2019 yılları arasında GSYH, büyüme ve toplam yenilenebilir enerji üretimleri gösterilmiştir. Belirtilen tarihler arasında yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerji üretimin 2011 ve 2014 yılı haricinde sürekli artış gösterdiği, aynı zamanda 2014 yılında yenilenebilir enerji üretimindeki düşüşle beraber GSYH’nin de düşüş eğilimi gösterdiği görülmektedir. 2016 ile 2019 yılları arasında GSYH sürekli bir azalış eğilimi göstermekte iken yenilenebilir enerji üretimi ise artış göstermiştir. Yenilenebilir üretimdeki artışa rağmen bu artış istenilen düzeyde değildir. 2019 verilerine göre G20 ülkeleri bakımından Türkiye yenilenebilir kaynaklardan üretim açısından 23.382 TEP enerji ile 12. sırada yer almaktadır. (OECD 2021).



Kaynak: OECD ve Dünya Bankası.

Şekil 12. Türkiye’de 2009-2019 Dönemi Büyüme Oranları ve YEK’den Sağlanan Toplam Enerji Üretim Miktarları

Şekil 12’de 2009-2019 dönemi için Türkiye’de büyüme oranları ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan toplam üretim miktarları gösterilmiştir. Dalgalı bir seyir izleyen büyüme oranları 2009 yılında %-4,9 olarak hesaplanırken izleyen yılda %8,9 büyüme oranı gerçekleşmiştir. 2019 yılı için gerçekleşen büyüme oranı ise %4,2 olarak hesaplanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan toplam enerji miktarı incelendiğinde 2009 yılından 9.916 TEP olarak gerçekleşen enerji üretimi 2019 yılında 23.382 TEP seviyesine ulaşmıştır.

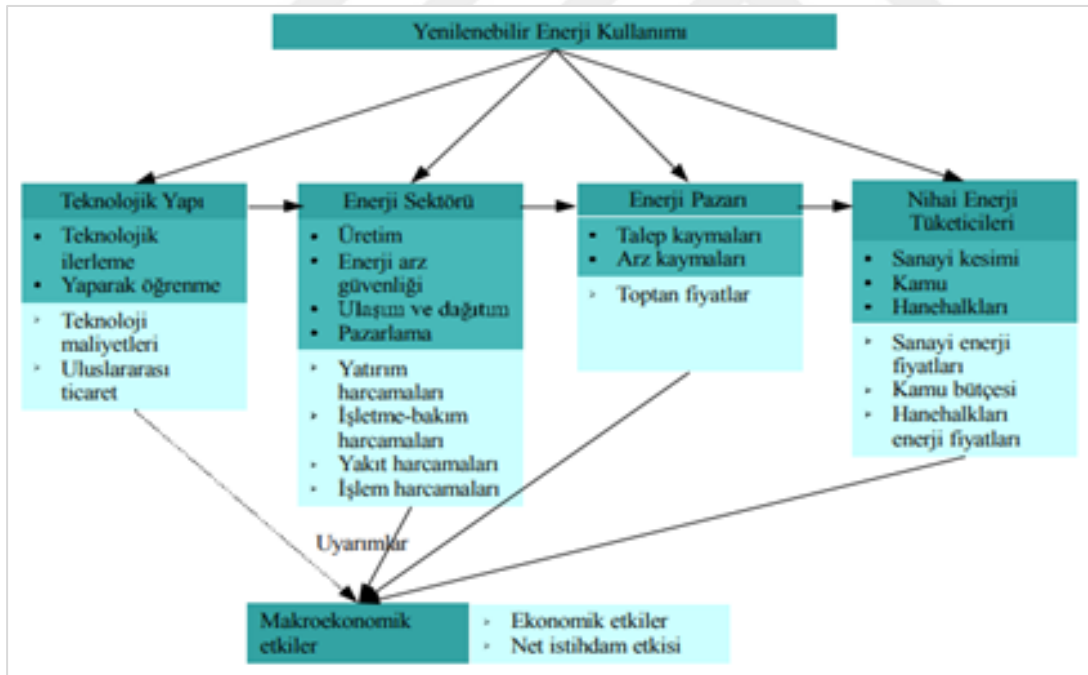
3.2.2. İstihdam üzerindeki etkisi

İstihdam kavramı dar ve geniş anlamda iki şekilde tanımlanmaktadır. Dar anlamda istihdam; çalışma arzusunda olan bireylerin iş bulup çalışmasını anlamına gelirken, geniş anlamda istihdam ise emek, sermaye, girişimci ve doğal kaynaklardan oluşan üretim faktörlerinin tam manasıyla üretime katılması anlamına gelmektedir.

Türkiye genç bir nüfusa sahip bir ülkedir ve TÜİK’in 2020 verilerine göre çalışma çağındaki nüfus toplam nüfusun %67,7’sini oluşturmaktadır. 2020 verilerine göre genç işsizlik oranı ise %26,1 olarak hesaplanmıştır. GSYH’de artışlar yaşanmasına rağmen istihdam düzeyinde aynı oranların yaşanmadığı Türkiye’de

enerji ithalatına yönlendirilen kaynakların bu alana aktarılmasıyla ve yenilenebilir enerjinin oluşturacağı istihdam ile ekonomiye olumlu katkılar sağlayacaktır.

Yenilenebilir kaynaklar istihdamı ile ilişkilendirilen istihdam faktörlerini üç başlık şeklinde açıklamak mümkündür. Yenilenebilir enerjinin direkt olarak katkı sunduğu istihdam türü doğrudan istihdam, yenilenebilir enerjinin oluşturduğu istihdama ara mal ve hizmet tedariki sağlayan istihdam türü dolaylı istihdam, yenilenebilir enerjinin sunduğu istihdam ile diğer sektörlerde meydana gelen istihdam artışına ise uyarılmış istihdam adı verilmektedir. Yenilenebilir kaynaklar ile enerji üretiminde işletme bakım vb. hizmetlerin sağlanması doğrudan yatırıma, kaynakların üretilmesinde yemek servis vb. hizmetlerin sağlanması dolaylı istihdama örnek gösterilebilir. Yenilenebilir kaynakların üretim ihtiyacını önemli ölçüde karşılaması sonucu fosil yakıtların kullanımında azalan dış bağımlılık sonucu arta gelen dövizin yeni yatırımlarda kullanılması ile yeni istihdam olanakları sağlaması ise uyarılmış istihdama örnek olarak gösterilebilir (Tanrıöver 2020: 69).



Kaynak: Ağpak, Özçiçek 2018: 114.

Şekil 13. Yenilenebilir Enerji Kullanımının Net İstihdam Etkisi

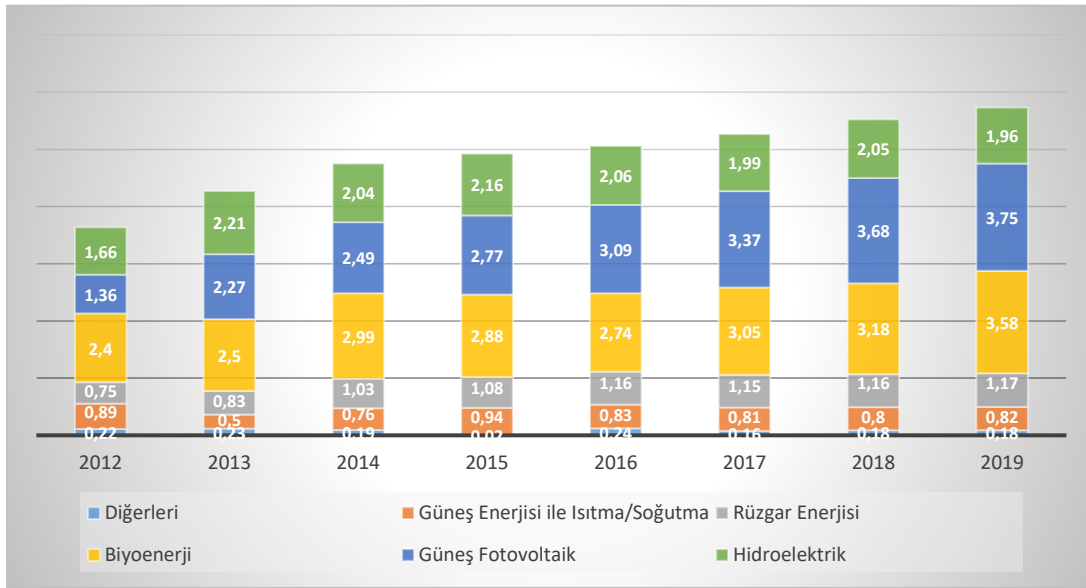
Şekil 13 incelendiğinde yenilenebilir enerji sektörünün gelişimi ilk aşamada ülkenin teknolojik alt yapısını, enerji sektörünü ve enerji fiyatlarını etkilemektedir. Daha sonra her aşamada meydana gelen değişimler ile ülkenin milli gelir istihdam gibi

makroekonomik değişkenleri üzerinde etki göstermektedir. Şekilde belirtilen alternatif enerji kullanımı sonucu fiyat ve maliyet etkisi, yapısal talep etkisi, yenilik-verimlilik etkisi ve çarpan-hızlandıran etkisi olmak üzere birtakım değişiklikler meydana gelmektedir.

Fiyat ve maliyet etkisinde, ihtiyaç duyulan enerjinin temininde yenilenebilir kaynakların kullanılması hane halklarına ve şirketlere ek bir mali yük oluşturmaktadır. Enerji maliyetlerinin arttığı bir sektörde üretim azalışı meydana gelecek veya farklı bir enerji ile üretimin gerçekleştirilmesine sebep olacaktır. Bu olayın gerçekleşmesi sonucu yapışkan ücretlerin varlığı halinde istihdamın azalmasına yol açacaktır. Maliyet unsurunun tüketicilere yansıtılması halinde ise tüketim miktarları azalacak veya tüketim tercihlerinde değişikliğe yol açacaktır. Maliyetin kamu kesimince karşılanması halinde vergi ve kamu harcaması politikalarında birtakım değişiklerin meydana gelmesine yol açacaktır (Tanrıöver 2020: 71). Yapısal talep etkisi; yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomi üzerindeki meydana getirdiğı doğrudan etkileri ile ilgilidir. Yenilenebilir enerji yatırımlarının artması fosil yakıtlara yapılan yatırımların azalmasına, dolayısıyla bu alanda istihdamın azalmasına ve bu sektördeki iş gücünün reel gelirinin azalmasına neden olacaktır. Yenilik ve verimlilik etkisinin istihdam üzerindeki etkisi, yenilenebilir enerji teknolojisine, sanayisine, işgücü niteliklerine ve yenilenebilir yatırımların güçlü yatırımları dışlayıp dışlamadığına bağlıdır. Bazı sektörlerde istihdam azalırken diğerlerinde artış gözlenmekte ve elde edilen sonuç ise yenilenebilir enerjinin net istihdam etkisini ortaya koymaktadır. Çarpan ve hızlandıran etkisi; yenilenebilir enerji sektöründe yaşanan büyüme talep artışına yol açıyor ise istihdama da pozitif yönde etki etmesi beklenmektedir. Talepte düşüş yaşanması halinde ise istihdamda da düşüş yaşanması beklenmektedir. Yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde hanehalklarının harcamalarının artması milli gelirde daha yüksek bir oranda seyretmesi çarpan etkisi, endüstri kesiminde gerçekleşen yatırımlar sonucu talebin milli gelirde oluşturduğu artış ise hızlandıran etkisi şeklinde ifade edilmektedir (Ağpak 2018: 78-80).

2020 yılı covid-19 salgınıyla beraber ülkelerin ekonomilerine ve sağlık sistemlerine daha fazla dikkat etmesi gerektiğini göz önüne sermiştir. Esnek maliyetler bakımından fosil yakıtlara göre daha uygun ve sağlıklı olan yenilenebilir enerji istihdamı dünyada 11,5 milyona ulaşmış ve bu istihdama 2023 yılına kadar 5,5 milyon

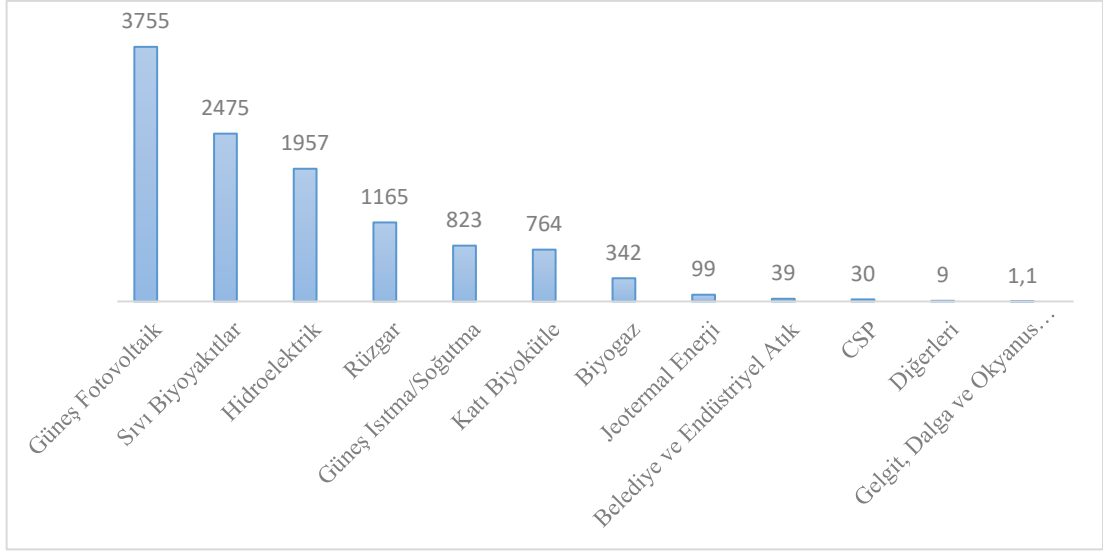
insanın daha katılması beklenmektedir. 2030 yılında ise yenilenebilir enerjinin istihdam boyutlarının dünya genelinde 30 milyon insana istihdam sağlayacağı öngörülmektedir. 2020 yılı itibariye 10 yıl önce aktif olarak faaliyete geçirilen güneş fotovoltaikleri sağladığı 3,75 milyon istihdam ile yenilenebilir enerjiden sağlanan toplam istihdamın 1/3'üne yakınıni oluşturmaktadır. Dünya genelinde biyoenerji 3,6 milyon, rüzgâr enerjisi ise 1.2 milyon istihdam katkısı sunmaktadır Çin, 2020 yılı itibariyle dünyada yenilebilir enerji alanında istihdamda %38 oranıyla zirvede yer almaktadır (IRENA 2020: 10).



Kaynak: IREİNA 2020'den alınan verilerle tarafımca hazırlanmıştır.

Şekil 14. Küresel Yenilenebilir Enerji İstihdamı (milyon)

Şekil 14'te 2012-2019 yılları arasında yenilenebilir kaynakların oluşturduğu istihdam oranları verilmiştir. 2012 yılında 7,28 milyon olan toplam istihdam, 2019 yılına gelindiğinde 11,46 milyon seviyesine ulaşmıştır. Yıllar itibariyle istihdam seviyesinde düzenli bir artış gerçekleşmiş, en fazla istihdam artışının gerçekleştiği sektör ise güneş fotovoltaikleri olmuştur. 2012 yılında 1,36 milyon kişi güneş fotovoltaikleri alanında istihdam edilirken, 2019 yılına gelindiğinde 3,75 milyon kişi bu alanda istihdam olanağı elde etmiştir.



Kaynak: IREİNA 2020'den alınan verilerle tarafımcıca hazırlanmıştır.

Şekil 15. 2019 Yılı Yenilenebilir Enerji İstihdam Oranları (Küresel)

Şekil 15'te 2019 yılında yenilenebilir enerji sektörlerinden sağlanan toplam istihdam oranları verilmiştir. 2019 yılında toplam 11,5 milyon istihdamın 3,755 milyonu güneş fotovoltaiklerinden, 2,475 milyonu sıvı biyoyakıtlardan, 1,957 milyonu hidroelektrikten, 1,165 milyonu rüzgâr enerjisinde gerçekleşmiştir. 2012 yılında yenilenebilir kaynaklardan sağlanan toplam istihdam 7,28 milyon kişi iken, 2016 yılı itibariyle 8,1 milyon seviyesine ulaşmıştır. 2017 yılı itibariyle ilk kez 10 milyon bandı geçilerek istihdam 10,3 milyon ve 2018 sonu itibariyle 11 milyona ulaşmıştır. 2019 yılsonunda bu istihdama 500 bin kişi eklenmiş ve yenilenebilir enerjiden sağlanan toplam istihdam 11,5 milyon seviyesine ulaşmıştır (REN21 2016: 41; IREİNA 2020: 21).

Tablo 13. Seçilmiş Ülkelerin 2019 Yılı Yenilebilir Enerji Alanında İstihdam Durumları (Milyon)

	Dünya	Çin	Brezilya	Hindistan	ABD	Japonya	Avrupa Birliği	Türkiye
Güneş Fotovoltaik	3,755	2,214	43	204	240	241	127	30,5
Sıvı Biyoyakıtlar	2,475	51	839	35	297	5	239	0,5
Hidroelektrik Güç	1,957	561	213	367	22		78	47,7
Rüzgâr Enerjisi	1,165	518	19	63	12	8	292	6,7
Güneş Isıtma/ Soğutma	823	670	44	23,8	5	1	36	8,7
Katı Biyokütle	764	188		58	50		392	
Biyogaz	342	145		85	7		75	0,7
Jeotermal Enerji	99,4	3			9		40,6	6
CSP	29,5	11			5			2,2
Toplam	11,459	4,361	1,158	824	756	255	1,317	102,9

Kaynak: IREİNA 2020'den alınan verilerle tarafımca hazırlanmıştır.

Tablo 13'te yenilenebilir enerji alanında lider ülkeler ile Türkiye'nin yenilenebilir enerji alanındaki istihdam sayıları gösterilmiştir. Güneş fotovoltaiklerinden 2019 yılında toplam 3,755 milyon istihdam sağlanmıştır. 2019 yılı itibarıyla güneş fotovoltaiklerinden sağlanan 2,250 milyon istihdam ile Çin zirvede yer almaktadır. Çin, tek başına güneş fotovoltaiklerinden sağlanan istihdamın %59'unu karşılamaktadır. Çin'i 241 bin kişi ile Japonya ve 240 bin kişi ile ABD takip etmektedir. Japonya' da güneş fotovoltaikleri için uygun arazi kıtlığı ve ithal girdilerden dolayı bu oran 2016 yılında 377 bin, 2018 için 250 bin kişi iken 2019 yılında 240 bin kişiye gerilemiştir. Japonya' da Çin'den sonra 61,8 GW ile güneş enerjisi potansiyeline ulaşıldığı düşünülmektedir (REN 21 2020:42; IREİNA 2020: 21).

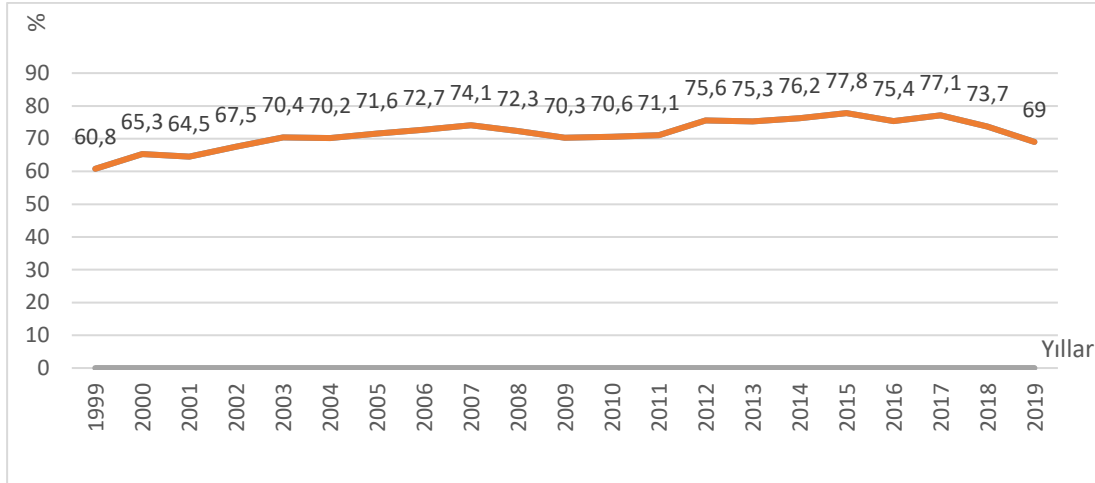
Küresel düzeyde biyoyakıt üretimi 2019 yılında 2.475 milyon istihdam oluşturmuştur. 2018 verilerine göre %5'lik bir artış sağlanmıştır (REN21 2020). Biyoyakıt üretiminde Brezilya toplam üretimin %34'ünü karşılayarak 839 bin istihdam ile biyoyakıt üretiminde zirvede yer almaktadır. Brezilya'yı 490 bin kişilik istihdamla Endonezya ve 300 bin kişilik istihdam ile ABD takip etmektedir. Rüzgâr enerjisi açısından küresel olarak 2019 yılında toplam 1,165 milyon istihdam gerçekleşmiştir. Çin toplam istihdamın %44'üne karşılık gelerek bu alanda 518 bin istihdam alanı oluşturmaktadır. Çin'i 121 bin istihdam alanıyla Almanya, 120 bin

istihdam oranıyla ABD takip etmektedir. Hidrolik güç açısından toplam 1,957 milyon istihdamın 561 binini oluşturan Çin zirvede yer almaktadır. Çin'i 367 bin istihdam ile Hindistan, 213 bin istihdam ile Brezilya takip etmektedir.

Güneş ısıtma/soğutma alanında ise 2019 yılı itibariyle 823 bin kişiye istihdam sağlanmıştır. Çin'in ardından Türkiye, Hindistan, Brezilya ve ABD yer almaktadır. İstihdamda ilk 5 ülke sektördeki istihdamın %93'ünü oluşturmaktadır (CNREC 2020). Türkiye'de 2019 verilerine göre yenilebilir enerjiden toplam 102.900 kişiye istihdam olanağı sağlanmıştır. En büyük pay 47.700 kişi ile hidroelektrik güçten elde edilmektedir. Türkiye hidroelektrik güç istihdamında toplam istihdamdan %2 oranında aldığı pay ile ilk 10 ülke arasında bulunmaktadır. Fotovoltaik güneş sektöründe 30.500 kişiye, güneş ısıtma/soğutma sektöründe 8.700 kişiye istihdam sağlanmıştır. Türkiye Güneş ısıtma/soğutma sistemlerinde istihdamda ilk dört ülkeden biri olmuştur. Rüzgâr enerjisi sektöründe 6.700 kişiye istihdam olanağı sağlanırken jeotermal enerjiden 6.000 kişiye istihdam olanağı yaratılmıştır (IREİNA 2018: 21; IREİNA 2020: 17).

3.2.3. Enerjide dışa bağımlılığa ve arz güvenliği üzerine etkisi

Enerjide dışa bağımlılık; üretim için gerekli olan enerjinin yurt içinden temin edilememesi sebebiyle yurt dışından ithal edilmesi olarak tanımlanabilmektedir. Yüksek büyüme oranlarını kalıcı hale getirmeyi amaçlayan gelişmekte olan ülkeler bu amaçlarını yerine getirebilmek için üretim artışını gerçekleştirmek zorundadır. Üretimin artışı dolayısıyla enerji tüketiminde artış meydana gelecektir. Enerjide dışa bağımlı ülkelerin daha fazla üretim yapabilmek için enerji ithalatını artırarak dış ülkelere daha bağımlı hale gelecektir. Yenilenebilir enerji üretiminin artmasıyla arz güvenliğini sağlanıp enerji açığının kapatılması adına yenilebilir kaynaklara yönelik yatırımların artması ve gerekli planların ve mevzuat değişikliklerinin yapılması gerekmektedir (Urgun 2015: 97).



Kaynak: Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat) verilerinden tarafımca düzenlenmiştir.

Şekil 16. Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılığı (1999-2019, %)

Şekil 16'da Türkiye'nin 1999-2019 arası enerjide dışa bağımlılık oranları gösterilmiştir. Türkiye 2004 yılından sonra %70'in üzerine çıkan dışa bağımlılık oranıyla enerjisinde dışa bağılıdır ve bu bağımlılığı ithalat yaparak karşılamaktadır. 1999 yılından 2019 yılına kadar geçen süreç incelendiğinde bağımlılık oranı zaman zaman düşüş göstermesine rağmen yüksek seyrini korumaya devam etmektedir. Bağımlılıkta en düşük oran 1999 yılında %60,8 ile gerçekleşirken zirve noktası ise %77,8 oranıyla 2015 yılında gerçekleşmiştir. Enerji bağımlılığının belirtilen yıllar arasında ortalama %71,5 seviyesinde gerçekleşen Türkiye'de enerji fiyatlarında meydana gelecek değişiklikler ithalat, ihracat, cari açık gibi birçok makroekonomik göstergenin etkilenmesine yol açacaktır.

Tablo 14. Türkiye'nin İthalat ve GSYH Verileri (2000–2020, Milyar Dolar, %)

Yıl	Enerji İthalatı	Toplam İthalat	GSYH	Enerji İthalatı / GSYH (%)	Toplam İthalat / GSYH (%)	Enerji İthalatı/Toplam İthalat Oranı (%)
2000	9.540	52.882	274.303	3,4	19,2	18,04
2005	21.255	111.445	506.315	4,1	22	19,07
2010	38.497	177.317	776.968	4,9	22,8	21,71
2011	54.117	231.552	838.786	6,4	27,6	23,37
2012	60.117	227.315	880.556	6,8	25,8	26,44
2013	57.753	249.282	957.799	6	26	23,13
2014	56.175	239.865	938.934	5,9	25,5	23,41
2015	38.651	203.874	864.314	4,4	23,5	18,95
2016	27.464	192.568	869.683	3,1	22,1	14,26
2017	37.654	227.789	858.959	4,3	26,5	16,53
2018	43.613	219.635	778.382	5,6	28,2	19,85
2019	41.731	198.997	761.425	5,4	26,1	20,97
2020	28.925	206.267	717.049	4	28,7	14,02

Kaynak: TCMB Ödemeler Dengesi, Dünya Bankası ve TÜİK'den alınan verilerle tarafımda hazırlanmıştır.

Tablo 14'te Türkiye'nin 2000-2020 yılları arasında GSYH, toplam ithalat ve enerji ithalatı verileri verilmiştir. Enerji ithalatının toplam ithalata en yüksek oranı %26,44 ile 2012 yılında gerçekleşmiş, en düşük oranın ise %14,02 ile 2020 yılında gerçekleşmiştir. Verilen dönemler açısından ele alındığında enerji ithalatının toplam ithalata ortalama oranı %20,18 olarak gerçekleşmiştir ve toplam ithalatın 1/5'inin enerji ithalatı oluşturduğu görülmektedir. Tabloda öne çıkan bir diğer gösterge ise 2020 yılında meydana gelen enerji ithalatındaki düşüştür. 2019 yılında 41,731milyar dolar olan enerji ithalatı 2020 yılında 28,925 milyar dolar seviyesine gerilemiştir. Enerji ithalatı/Toplam ithalat oranı ise bir önceki yıla göre %20,97'den %14,02' ye düşmüştür. Küresel düzeyde etkileri gerçekleşen covid-19 salgını üretimde azalışlara yol açmış ve bu durum ihtiyaç duyulan enerji ithalatının azalmasına yol açmıştır.

Enerji ithalatının GSYH'ye oranı incelendiğinde dalgalı bir seyir izlendiği anlaşılmaktadır 2000 yılında enerji ithalatı/GSYH oranı %3,4 olarak

gerçekleşmiştir.2005 yılında ise bu oran %4,1'e yükselmiştir. 2012 yılında %6,8 ile rekor düzeye ulaşmıştır. Takip eden yılda ise %6 olarak gerçekleşmiştir.

Uluslararası Enerji Ajansı, enerji arz güvenliğini, “Enerji kaynaklarının satın alınabilir bir fiyattan ve kesintisiz bir şekilde ulaşılabilirliği” şeklinde tanımlamaktadır. Uluslararası Enerji Ajansı'na göre arz güvenliğinin birçok boyutu vardır. Uzun dönem arz güvenliği; enerji arzının ekonomik gelişim ve çevresel ihtiyaçlarla uyumlu şekilde yapılan yatırımlar olarak tanımlanırken, kısa dönemli arz güvenliği ise, enerji talebindeki dalgalanmalara karşı kısa süre içerisinde cevap verebilme becerisi olarak tanımlanmaktadır (Elüstün 2020). Enerjide dışa bağımlılık, enerji arz güvenliğinin en önemli belirleyicisidir. Bu kapsamda enerji arz güvenliği, ülke içi kaynakların tam ve etkin kullanılması ve ithalat yoluyla sağlanan kaynakların çeşitlendirilmesi ile sağlanabilir (Biol 2019:45).

1973 yılında yaşanan petrol krizinden sonra arz güvenliği kavramı uluslararası alanda ön plana çıkmıştır. Enerji kaynaklarının ülke coğrafyalarına eşit olarak dağılım göstermemesi ve ülkelerin politik ilişkileri enerji arz güvenliği kavramını ortaya çıkaran başlıca nedenlerdendir. Ülke ekonomilerinde enerji maliyetlerinin önemli ölçüde yer tutması ve enerji fiyatlarında yaşanan bir artış ödemeler dengesinin doğrudan etkilenmesine sebep olmaktadır. Enerji kaynaklarının dağıtım ve taşınması ise ilgili sorunlar ve bireylerin enerji fiyatlarının yükselmesini konusunda bir tehdit ile enerji kaynaklarına talebini artırması, arz güvenliği sorununun nedenleri arasında gösterilebilmektedir (Timur 2017: 2). Bu açıdan enerji bağımlılığı bulunan ekonomilerin alternatif enerji kaynaklarına yönelik ilgisi artmaktadır. Arz güvenliğinin sağlanmasıyla dışa bağımlılık azalacak, cari açık ve ekonomik büyüme açısından olumlu gelişmelere sebep olacaktır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji paylarının artırılması önem taşımaktadır (Orta Vadeli Program 2013-2015).

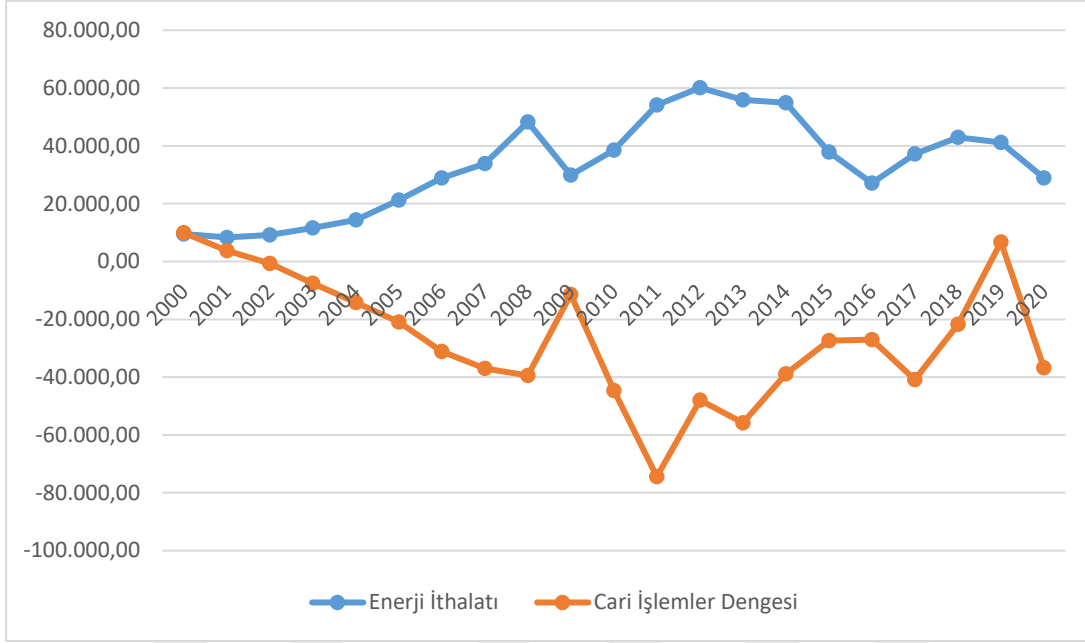
Türkiye'nin 2023 yılı için hedeflenen arz güvenliği, enerji arzında yenilenebilir enerji kaynaklarının %30, jeotermal enerjiden elektrik üretimi kurulu gücünün 600 MW, rüzgâr enerjisi kurulu gücünün 20.000 MW'a ve hidroelektrik potansiyelinin tamamının elektrik üretiminde kullanılması yönünde hedeflenmiştir Enerjide dışa bağımlılık oranı %70 civarında olan Türkiye gibi ülkeler ekonomik sıkıntılara ek olarak arz sorunuyla da karşılaşma sorununa sahiptir. (WWF 2014: 21). Türkiye'nin

enerji politikaları arasında öncelikli olarak bulunan arz güvenliğinin sağlanması için; dışa bağımlılığın azaltılması, kaynak ve güzergâh çeşitliliği sağlanması ve yenilenebilir kaynakların kullanımında artış sağlanması amaçlanmaktadır. Arz güvenliğinin sağlanmasında en büyük katkıyı sunan yenilenebilir kaynaklar tarafından sağlanmaktadır. 2014 yılından güneş enerjisinin kurulu gücü 40 MW'den 6.361 MW'e, rüzgâr enerjisinin kurulu gücü 3.630 MW'den 8.077 MW'e ulaşmıştır. Jeotermal, biyokütle, hidrolik gibi diğer yenilenebilir kaynaklarında payları artmaya devam etmektedir. Bu durum Türkiye açısından dışa bağımlılığın azalmasına ve arz güvenliğinin sağlanmasına katkı sağlayacaktır. (Elüstün 2020).

3.2.4. Cari açık üzerindeki etkisi

Cari denge; ülkelerin ihraç ettikleri mal, hizmet ve transferlerden ithalatın çıkarılması sonucu oluşan dengeye cari işlemler dengesi denir. Cari işlemler dengesinin yani ülkelerin ihraç ettiği tüm mal, hizmet ve transferlerin ithalattan çıkarılmasıyla elde edilen değer negatif olma durumuna ise cari açık denilmektedir. Yani ülkelerin ihracat sonucu elde ettikleri gelirin ithal ettiği mal ve hizmetlerin gelirinden düşük olmasıdır (Seyidoğlu 2007: 319).

Enerjide dışa bağımlılığı yüksek olan gelişmekte olan ülkelerde, ithal edilen enerji ile cari açık arasında pozitif bir ilişki vardır. Yüksek büyüme rakamları bulunan ülkelerin enerji talepleri artmakta ve ithalat oranlarında artış meydana gelmektedir. İthalat artışı sonucunda yeterli döviz rezervine sahip olmayan ülkelerde cari açık sorunu ile meydana gelmektedir. %70 seviyelerinde enerjide dışa bağımlılığı bulunan Türkiye'de cari açığın meydana gelmesinin temel noktalarından biri enerji ithalatıdır (Tanrıöver 2020: 74).



Kaynak: TCMB Ödemeler Dengesi ve Ticaret Bakanlığı İstatistiklerinden tarafıma hazırlanmıştır.

Şekil 17. Enerji İthalatı ve Cari İşlemler Dengesi (1999-2020) (%)

Şekil 17’de Türkiye’nin 2000-2020 yılları arasında enerji ithalatı ve cari açık verileri gösterilmiştir. Veriler incelendiğinde Türkiye’nin enerji ithalatının 2009’da bir önceki yıla göre 18 milyon dolar, 2017 yılında bir önceki yıla göre 10 milyon dolar, 2020 yılında bir önceki yıla göre 12 milyar düşüş olduğu görülmektedir. Belirtilen yıllar haricinde genel olarak enerji ithalatında belirtilen yıllarda artış olduğu görülmektedir. 2020 yılında bir önceki yıla göre enerji ithalatı %30,7 seviyesinde azalış göstermiştir. Cari işlemler dengesinin ise 2000, 2001, 2019 yılları haricinde negatif değerler aldığı görülmektedir. 2000 yılında gerçekleşen finansal kriz ve ardından meydana gelen 2001 Türkiye ekonomik krizi ve 2019 yılında gerçekleşen kur dalgalanmalarının meydana getirdiği düşük büyüme oranlarının cari açığın pozitif olarak meydana gelmesini büyük oranda etkilediği söylenebilir. 2001 yılında Türkiye ekonomisi %6,0 oranında küçülmüş ve 3.760 milyon cari fazla vermiştir. 2019 yılında ise Türkiye ekonomisi 0,9 oranında büyüme göstermiş 6.579 milyon dolar cari fazla vermiştir.

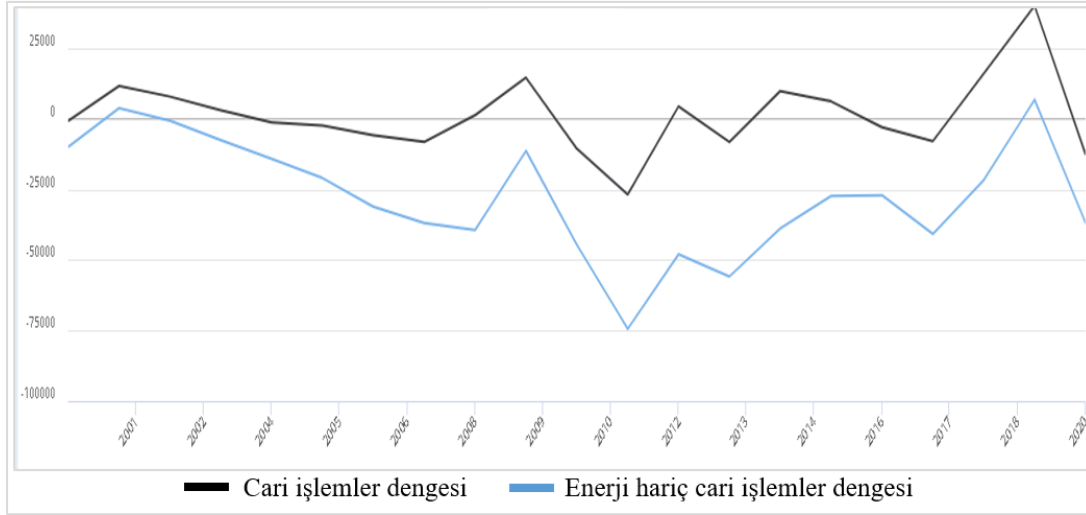
Tablo 15. Türkiye'nin Enerji Denge Tablosu (2000-2019)

Yıl	Yerli Üretim (TEP)	YEK Üretimi (TEP)	Tüketilen Toplam Enerji (TEP)	Yerli Üretimin Tüketimi Karşılama Oranı (%)
2000	26.456	5.010	61.594	42,95
2005	24.235	5.978	70.325	34,46
2010	31.558	8.281	79.840	39,52
2015	30.936	15.362	99.467	31,10
2016	35.374	16.910	104.573	33,82
2017	35.357	17.297	111.650	31,66
2018	39.675	19.775	109.438	36,25
2019	44.821	23.938	110.649	40,50

Kaynak: Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM).

Tablo 15'te Türkiye'nin 2000-2019 arası enerji denge tablosu verilmiştir. Tablo incelendiğinde Türkiye'nin yerli üretimiyle toplam tüketimi karşılama oranının en yüksek değeri %42,95 ile 2000 yılında gerçekleşmiştir. 2000 yılında yurt içinde üretilen enerji miktarı 26.586 TEP, tüketilen enerji miktarı ise 61.594 TEP olarak gerçekleşmiştir. Yerli kaynaklardan üretilen enerji değeri ise en fazla 2019 yılında 44.821 TEP olarak gerçekleşip, toplam tüketilen enerjinin %40,50'sini karşılamıştır. İlgili yıllarda yerli üretim ile toplam tüketimi karşılama oranının %30 ile %45 arasında değiştiği görülmektedir. Yerli üretim ile toplam tüketimin tamamını karşılamak şu an için mümkün görülmemektedir. Yenilebilir enerji kaynaklarına sağlanacak yatırımlar ile yerli üretimde artışın sağlanması, fosil yakıtlara duyulan gereksinim azalacak ve enerjide yerli üretimin payının artırılması sağlanabilecektir. Bu sayede yenilenebilir enerjinin payının artmasıyla cari açık oranının azalacağı sonucunu çıkarabilmemizi sağlayacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim değerleri incelendiğinde, 2000 yılında 5.010 TEP olarak gerçekleşen yenilenebilir enerji üretimi 2019 yılına gelindiğinde 23.938 TEP miktarına ulaşarak yaklaşık beş kat artış sağladığı görülmektedir. 2000 yılında yerli imkânlar ile üretilen 26.456 TEP enerjinin 5.010 TEP'i yenilenebilir kaynaklardan sağlanırken 2019 yılında ise yerli imkânlarla üretilen 44.821 TEP enerjinin 23.938 TEP'i yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmektedir. Dalgalı bir artış gösteren yenilenebilir kaynaklardan sağlanan enerjide 2015 yılından sonra düzenli bir artış sağlandığı görülmektedir.



Kaynak: tcmb.gov.tr

Şekil 18. Türkiye'nin Enerji Hariç Cari İşlemler Dengesi (Yıllık)

Şekil 18'de Türkiye'nin 2000-2020 yılları arasında cari işlemler dengesi ve enerji hariç cari işlemler dengesi verilmiştir. 2003 yılından itibaren ekonomik büyümenin gerçekleştiği yıllar baz alındığında, ekonomik büyümeyle beraber cari açığında arttığı görülmektedir. Ekonomik büyüme verilerinde fazla bir artış olmaması halinde cari açık oranı ile enerji hariç cari açık oranındaki makasın daraldığı, büyüme dönemlerinde ise makasın genişlediği görülmektedir. Grafikten hareketle Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığından kurtulması halinde cari işlemler açığının dönem dönem fazla verdiği görülmekte olup, enerji bağımlılığının ekonomik açıdan oluşturduğu dezavantajlarını göz önüne sermektedir. Gereksinim duyduğu enerjiyi ithalat ile karşılayan ülkeler, ekonomik büyüme sonucunda enerji ithalatındaki artış ile beraber girdi fiyatları yükselecek ve bunun sonucunda cari açığının yükselmesiyle kısır bir döngü içerisine girecektir.

3.2.5. Sürdürülebilir kalkınma ve çevre üzerindeki etkisi

Sürdürülebilir kalkınma; çevrenin ve doğal kaynakların savurganlığa yol açmayacak şekilde gelecek nesillerin haklarını göz önünde tutarak kullanılması ve ekonomik gelişmenin sağlanması amacını belirleyen çevreci dünya görüşüdür (Keleş 1998: 112). Sürdürülebilir kalkınmanın sürekliliği açısından enerji ön plandadır ve temini şart bir argümandır. Bu ihtiyaç karşılanırken ekonomik planlamaların yanında sosyal ve çevresel faktörlerin etkileri göz önüne tutulmalıdır (Koçaslan 2010: 53). Sürdürülebilir kalkınma kavramının ekonomik, sosyal ve çevre gibi boyutlarının geniş

olması nedeniyle algılanmasında ve değerlendirilmesinde zorluklar vardır. Bu nedenle sürdürülebilir kalkınmasının ölçülmesinde ekonomik, sosyal ve çevre değişkenleri göz önünde bulundurularak sürdürülebilir kalkınmaya yönelik göstergeler geliştirilmiştir. Türkiye’de sürdürülebilir kalkınma göstergeleri ile ilgili çalışmaları TÜİK yapmaktadır. TÜİK, Eurostat’ın belirlediği sürdürülebilir kalkınma göstergelerini 2007 yılından itibaren dikkate almıştır. BM’nin belirlediği ve TÜİK tarafından dikkate alınan 2030 sürdürülebilir kalkınma hedeflerinde 17 temel amaç bulunmaktadır. Bu amaçlardan 7.’sine göre “Herkes için satın alınabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve çağdaş enerjiye erişimi sağlamak” kapsamındaki hedefler, enerji hizmetlerinin toplumun tüm kesimlerine ulaşması, yenilenebilir enerjinin toplam enerji üretim ve tüketimi içindeki payının artırılması ve enerji verimliliği uygulamalarını geliştirerek enerji yoğunluğunun azaltılması şeklinde üç temada özetlenebilir (Yılmaz, Doğan 2020:181-183).

Fosil yakıtların doğada sınırlı olması, maliyet bakımında oluşturduğu dezavantajlar ve çevreye karşı olumsuz etkilerinin küresel boyutlara ulaşması özellikle 90’lı yıllarda yenilenebilir enerjinin ön plana çıkmasına zemin hazırlamıştır. Yenilebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlara göre rezerv sorunu oluşturmaması, çevresel ve maliyet faktörü açısından sürdürülebilir olması nedeniyle bu kaynaklara yönelik ilgi artış göstermiştir (Önal 2020: 78). Enerjinin elde edilme süreci bir yandan çevresel sürdürülebilirliğin önemini ortaya koyarken diğer yandan da ekonomik olarak enerji krizleri üzerinde etki yaratmaktadır. Yenilebilir enerji üretimiyle beraber enerjide dışa bağımlılığın dolayısıyla cari açığı azaltmakta ve fosil yakıtların potansiyeli sebebiyle oluşan arz şokları risklerini en aza indirmektedir. Yenilebilir kaynakların kullanımının yaygınlaşmasıyla bu alana yapılan yatırımlar ile ülkede ek istihdam kaynakları yaratacağı öngörülmektedir (Özarslan 2017: 27). Yüksek seviyede fosil yakıt tüketimi yapan ülkelerin kullandıkları miktarları azaltmaları ve yenilenebilir enerji çeşitliliğinin artırılmasıyla sürdürülebilir kalkınmanın temel şartları sağlanmış olacaktır.

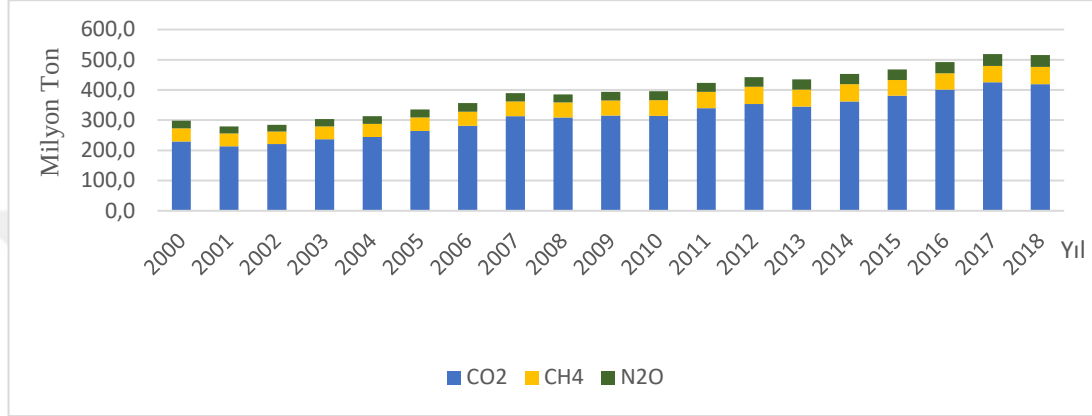
Birleşmiş Milletler ve Avrupa Birliği yenilebilir enerji kaynaklarından sağlanacak üretime destek vermektedir. Fosil yakıtlardan kullanılması sebebiyle meydana gelen sera gazının azaltılması, enerji arz güvenliğinin sağlanması ve ekonomik olarak rekabet yaratılarak yenilebilir kaynaklar üzerinden istihdama katkı

sunulması gibi nedenlerden dolayı AB üyelerinin yenilenebilir kaynakları desteklemesinin başlıca nedenlerini oluşturmaktadır. Türkiye büyük bir kısmı enerji ithalatından dolayı oluşan cari açığı önlemek için yenilenebilir kaynakları yoğun bir şekilde kullanması gerekmektedir. Ekonomik sebeplerin yanı sıra fosil yakıtların meydana getirdiği hava kirliliği, doğal düzenin bozulması gibi etkenler de yenilenebilir kaynakların önemine vurgu yapmaktadır. Yenilenebilir kaynaklar Türkiye'ye Enerji güvenliği ve uluslararası bağımlılığı azaltarak sürdürülebilir kalkınma için büyük katkılar sunacaktır (Tanrıöver 2020: 68). Türkiye'nin amaç edindiği sürdürülebilir kalkınma düzeyine ulaşabilmek için ihtiyaç duyulan en önemli gereksinim enerjidir. Fosil yakıtlı kaynaklardan ziyade yenilenebilir kaynakların kullanılmasıyla fosil yakıtların canlı yaşamı ve insan sağlığına olan zararlarını minimize ederek sürdürülebilir kalkınmaya olumlu etkiler sunacaktır.

Ülkelerin sosyal refah artışının sağlanması ve ekonomik gelişmeleri için enerji önemli bir konu olmaktadır. Nüfus ve teknolojik gelişmelerin artmasıyla ihtiyaç duyulan enerji miktarı da artış göstermektedir. Bu noktada, kullanılan enerjinin sürdürülebilir olması için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir. Ülkelerin kendini sürekli yenileyebilen enerjiler olarak ifade edilen bu kaynaklardan faydalanabilmesi için bu kaynakların kullanılabilir durumda olması gerekmektedir. Bu sayede, bireyler ve kurumlar yenilenebilir kaynaklar sayesinde kesintiye uğramadan ihtiyaçlarını karşılama imkânı elde edeceklerdir. Ayrıca gelecek nesillerin taleplerini ortadan kaldırmadan ihtiyaçlar karşılanmış olacaktır. Enerji tüketimi fazla olan ülkelerin sürdürülebilir ekonomik kalkınmayı uzun vadede hayata geçirebilmeleri için, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması gerekmektedir (Dinçer, Karakuş 2020:102).

Yenilenebilir enerji potansiyelinin arttırılması hususunda sebep olarak gösterilecek iki durum göz önüne çıkmaktadır. İlk sebep ülkelerin enerji arz güvenliği ve fiyat dalgalanmaları sebebiyle oluşan arz şokları, ikinci sebep ise enerji kaynaklı artış gösteren çevre kirliliğidir. Fosil yakıtların sınırlı olması, oluşan hava kirlilikleri ve son dönemde iklim değişikliğine sebep olan küresel ısınmanın fosil yakıt kullanımları ile ilişkisinin ortaya çıkması ile yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artış göstermiştir. Ülkemizde enerji ihtiyacı yüksek oranlarda fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Yenilenebilir enerjinin kullanımının arttırılmasıyla fosil yakıtların

neden olduğu hava kirliliği, sera ve küresel ısınma gibi problemlerin etkisinde azalma yaşanacaktır (Ömeroğlu 2020: 63). Sera etkisi; fosil kaynakların kullanımı sonucu yayılan fazla karbondioksitin bitkilere tutunamaması sonucu karbondioksitin atmosfere yerleşmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu durum, güneşten yeryüzüne ulaşan ışınların geri yansımaya engel olur ve belli bir süre sonra küresel ısınma ve iklim değişikliklerine sebep olmaktadır (Akusta 2019: 119).



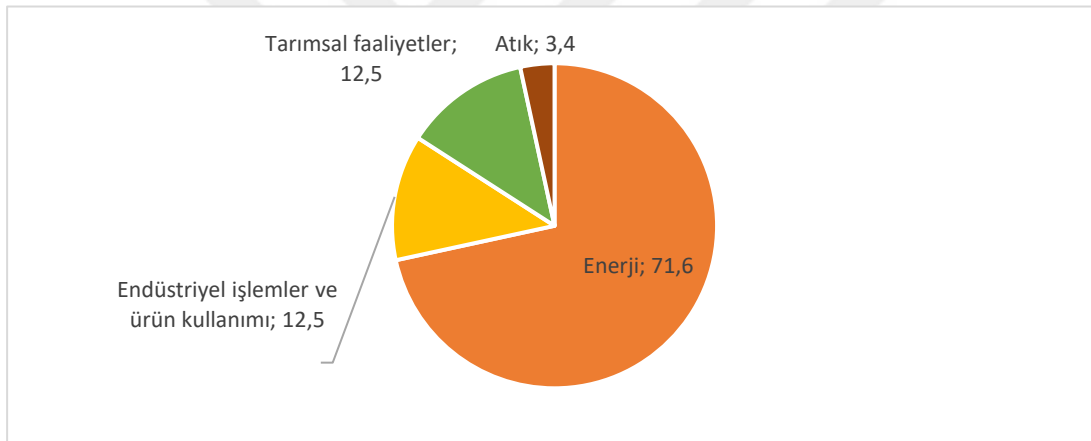
Kaynak: TÜİK.

Şekil 19. Türkiye'nin Sera Gazı Emisyonları (2000-2018) (milyon ton)

Şekil 19'da Türkiye'nin 2000-2018 yılları arasında karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve diazot monoksit (N₂O) verileri verilmiştir. Bu gazlar dünyadan yansıyan ışınların atmosfer tarafından tutulmasını sağlayan başlıca gazlar olarak nitelendirilebilir. Bu sayede dünyanın ısınmasını ve yaşanılabilir bir sıcaklıkta olmasını sağlamaktadır (Akusta 2019: 121). 2000 yılında 229,8 olan CO₂ emisyonu 2018 yılına gelindiğinde 419,2 milyon tona, metan emisyonu 43,6'dan 57,5 milyon tona, diazot monoksit ise 24,7'den 38,9 milyon ton seviyesine yükselmiştir. Şekil incelendiğinde genel olarak dalgalı bir yükseliş hâkimdir. 2002 yılında toplam 219,4 milyon ton olan emisyon, 2018 yılı incelendiğinde 520,9 milyon ton seviyesine yükselmiştir.

2018 yılında Toplam CO₂ emisyonlarının %85,8'i enerji sektöründen, %13,9'u endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen, %0,3'ü ise tarım ve atık sektörlerinden meydana gelmiştir. CH₄ emisyonlarının ise %63,1'i tarım, %20,3'ü atık, %16,6'sı enerji ve %0,03'ü endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektörlerinden; N₂O emisyonlarının ise %70,1'i tarım, %15,7'si atık, %9,5'i enerji ve %4,7'si de endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen meydana gelmiştir. Küresel emisyonların

%62,6'sını en fazla sera gazı emisyon salımı yapan 10 ülke tarafından meydana gelmiştir. Bu ülkeler arasında Çin %25,8 emisyon oranıyla birinci, ABD %12,8 ile ikinci ve Hindistan %6,7 ile üçüncü sırada yer almaktadır. Ülkeler arasında 17.sırada yer alan Türkiye'nin küresel emisyonlardaki payı ise 2016 yılı için %1,0 olarak hesaplanmıştır (TÜİK). Yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması halinde CO₂ oranlarında önemli düşüşler yaşanmasına imkân sağlanacaktır. 2000-2013 yılları arasında yapılan araştırmada dünya genelinde CO₂ oranının dünyada %38, Türkiye’de ise %41 düzeyinde fosil yakıtların kullanımı bakımından artış gösterdiği görülmüştür. Bu artışın dünya üzerinde genel olarak kömürden kaynaklandığı, Türkiye’de ise doğalgazdan kaynaklandığı belirtilmiştir. Avrupa ülkeleri emisyon oranlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşmasıyla önemli bir düşüş yaşamıştır (Dulkadiroğlu 2018: 72).



Kaynak: TÜİK.

Şekil 20. Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyon Oranları (2018)

Şekil 20’de Türkiye’de 2018 yılı için sektörlere göre toplam sera gazı emisyon oranları verilmiştir. En fazla emisyonun ortaya çıktığı sektör %71,6 ile enerji sektörü olmuştur. Sera gazı emisyonunun azaltılması ve küresel ısınma sorununun önüne geçebilmek için yenilenebilir kaynakların kullanılmasıyla enerji alanında alınacak önlemler hayati önem taşımaktadır. Emisyon oranlarını enerji sektöründen sonra %12’5 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ile tarımsal faaliyetler ve %3,4 ile atık sektörü takip etmektedir.

Fosil yakıtlarda enerji üretiminde en önemli çevre sorunu termik santrallerden ve özellikle linyit üzerinden kaynaklanmaktadır. Termik santrallerde üretim sonucu

hava, toprak ve su kirliliği meydana gelmektedir. Su kaynakları termik santrallerde buhar üretimi temizleme gibi işlemler için kullanılmaktadır. Termik santrallerde üretimde kullanılan makineler zarar vermemek için çeşitli kimyasal işlemlerden geçmektedir. Bu durum kullanılan suların demir 2 sülfat (FeSO_4) artışına sebep olup kullanılan bu suların kaynaklarına geri gönderilmesi kirliliğin artmasına sebep olmaktadır. Ek olarak termik santrallerden çıkan küller su kaynaklarında birikime ve kirlenmeye sebep olmaktadır. Toprak kirliliği açısından santrallerin bacalarından çıkan duman bileşenlerinin zamanla yere çökmesi, kömürün yanması sonucu küllerin toprak üzerinde birikmesi ve kömürün madenlerden elde edilmesi sırasında toprağın üzerinde biriken kömürün yığılması sonucu toprak kirliliğine sebep olmaktadır (Eskin 2018: 72).

Hava kirliliği açısından termik santrallerde toz halindeki kömürde bulunan yanmayan mineral maddeler reaktörü uçucu kül olarak terk etmektedir. Normal koşullar altında çalışan reaktör filtrelerinde %99,4'e kadar arıtılabilmektedir lakin her santralde filtreler verimli koşullar altında çalışmamaktadır. Uçucu küller içerdikleri karbonmonoksit (CO), kadmiyum (Cd), çinko (Zn), kurşun (Pb), bakır (Cu) gibi metal bileşikleri ve baca dumanındaki kükürt dioksit (SO_2) ve azot oksit (NO_x) gazları atmosferik olaylara göre bir süre sonra yere çöktükten sonra toksin etkisini artırarak asit yağmuruna dönüşümde katalizör etkisinde bulunmaktadır (Akkoyunlu 2016).



SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya nüfusunda yaşanan hızlı artış ve sanayileşmenin gelişmesi ile birlikte enerjiye duyulan ihtiyaçta zamanla artış göstermiştir. Ekonomik faaliyetlerin her aşamasında kullanılan ve ekonomik büyümenin temel girdisi olan enerjinin hangi kaynaklardan elde edileceği gerek ekonomik gerekse çevre açısından önem arz etmektedir. Kaynakları bakımından kıt olan, hızla tükenen ve çevresel olarak büyük zararlar meydana getiren fosil enerji kaynaklarının yerine kullanılabilir çevre dostu ve kaynakları bakımından tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi gün geçtikçe artmaktadır.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması için devletlerin bu alana yönelik teşvik politikaları ve destekleri hız kazanmıştır. Yenilenebilir enerjinin ekonomik ve çevresel katkılarından faydalanmak isteyen ülkeler fosil yakıtlara karşı yenilenebilir enerji kaynaklarına sübvansiyonlarını devam ettirmektedir. Bu açıdan yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtlara karşı rekabet gücünün artırılması için en azından tesislerin kurulum aşamasında kamu desteğine ihtiyacı doğmaktadır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından dünyadaki gelişmelere bağlı olarak yapılan reformlarla enerjide yapılanma sürecine girmiştir. Yenilenebilir kaynaklara yönelik yasalar çıkartılmış ve mevzuat düzenlemeleri gerçekleştirilmiştir. 2005 yılında yenilenebilir kaynaklar bakımından ilk somut adım olan 5346 sayılı yenilenebilir enerji kanunu ile yenilenebilir kaynakların enerji temininde paylarının artırılması amaçlanmış ve yatırımların teşviki için teşvik uygulamaları hayata geçirilmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynakları için 5-5,5 cent olmak üzere sabit fiyat garantisi belirlenmesi özellikle güneş enerjisinden elektrik üretimi açısından sorun yaratmış ve uygulama tam manasıyla yürütülememiştir. 2010 yılında yapılan yeni düzenleme ile her bir yenilenebilir kaynak için farklı sabit fiyat garantisi belirlenmiş ve yerli katkı ilavesi getirilmiştir. Sabit fiyat garantisine ek olarak 1 MW'a kadar lisanssız elektrik üretimi, arazi teşvikleri, vergi istisnaları ve muafiyetleri gibi yenilikler ile yenilenebilir kaynakların üretiminin artırılması hedeflenmektedir. Her ne kadar bu uygulamaların dünya ülkelerine kıyasla geç kaldığı düşünülse de 2000 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elden edilen enerji miktarının 5.010 TEP olduğu göz önüne

alındığında bu değerin 2019 yılında yaklaşık 5 kat artarak 23.938 TEP değerine ulaşarak teşvik sonuçlarının olumlu yönde ilerlediğini söylemek mümkün olacaktır. Teşviklerin kapsamının genişlemesi sürdürülebilir kalkınma ve cari açık, dışa bağımlılık gibi sorunların azalarak ekonominin istikrarlı bir şekilde ilerlemesine katkıda bulunacak argümanların başında gelmektedir (Yılmaz, Hotunoğlu 2015: 95).

Yüksek düzeyde yenilenebilir enerji potansiyeline sahip olan Türkiye’de istenilen seviyede olmasa bile yenilebilir enerji yatırımlarına yönelik sağlanan teşviklerin; ekonomik büyüme, istihdam, enerjide dışa bağımlılık, cari açık, enerji arz güvenliği, sürdürülebilir kalkınma ve çevre üzerinde olumlu katkılar sağlayacağı kuşkusuzdur. Bu kapsamda yenilenebilir enerji ekonomik büyüme ilişkisi açısından incelendiğinde; Türkiye’nin büyüme hızının arttığı yıllarda enerji ihtiyacının da arttığı ve %70 seviyelerinde enerjide dışa bağımlı olan Türkiye için yenilenebilir enerji politikasının yaygınlaşmasıyla enerji ithalatının azalması sonucu dış ticaretteki olumlu etkileriyle beraber büyüme açısından olumlu etkiler meydana gelmesi beklenmektedir.

Yenilenebilir enerji istihdam açısından ele alındığında; yenilebilir enerji 2019 yılı itibariyle dünya genelinde 11,5 milyon kişiye, Türkiye’de ise 102.900 kişiye istihdam sağlamıştır. Türkiye’deki yenilenebilir enerji kaynaklarından hidrolik güç 47.700 kişiye, güneş fotovoltaikleri 35.500 kişiye ısıtma ve soğutma alanı 8.700 kişiye, rüzgâr enerjisi 6.700 kişiye, jeotermal enerji 6.000 kişiye istihdam sağlamaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji üretiminde kullanılan ithal ürünlerin Türkiye’de üretilmesi yenilenebilir enerjinin istihdam alanındaki katkısını artıracaktır.

Yenilenebilir enerji dışa bağımlılık ve cari açık bakımından değerlendirildiğinde; 2000-2020 yılları arasında enerji ithalatının toplam ithalata oranı %20,18 olarak gerçekleşmiştir. Yani toplam ithalatın 1/5 enerji ithalatı için harcanmaktadır. Belirtilen yıllar içerisinde enerjide dışa bağımlılık oranı ortalaması da %71,5 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin bir potansiyele sahip olmasına rağmen bu kaynakları yalnızca 1/4 oranında kullanabilmektedir. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması enerjide dışa bağımlılığı ve cari açığı azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

Yenilenebilir enerji sürdürülebilir kalkınma ve çevre açısından incelendiğinde ise çevrenin ve doğal kaynakların savurganlığa yol açmayacak şekilde gelecek nesillerin haklarının göz önünde bulundurulması ve doğada sınırlı bulunan fosil yakıtların oluşturduğu maliyet ve fiyat risklerini ortadan kaldırmasıyla muhtemel riskleri ortadan kaldırıp ekonomiye önemli katkılar sağlaması öngörülmektedir. Fosil yakıtların meydana getirdiği hava kirliliği, sera ve küresel ısınma gibi problemlerin önüne geçilebilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artması bu problemlerin önüne geçilebilme imkânı sağlayacaktır.

Türkiye’de fosil kaynakların sınırlı olması ve ülkemizin enerji ihtiyacında %70 oranlarında dışa bağımlılık göstermesi nedeniyle yenilenebilir enerji kaynakların kullanımının artırılması yönelik yapılması gerekenleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Yenilenebilir kaynaklar bakımından potansiyeli yüksek olan Türkiye bu potansiyelini kullanabilmek için gerekli olan altyapı çalışmalarına hız vermelidir.
- Bürokraside ortaya çıkan sorunların engellenmesi ve var olan teşvik sistemlerinin artırılarak devam ettirilmesi gerekmektedir.
- Yenilenebilir enerji alanında lider ülkeler takip edilerek sektörün ihtiyaçları tespit edilmeli ve yasal düzenlemeleri uyarlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerji üretiminde ihtiyaç duyulan teknik ekipmanların yerli üretimleri teşvik edilerek bu sayede cari hesaba ve istihdama katkı sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerjinin kullanımının yaygınlaşması için görsel ve yazılı basın aracılığıyla yayınlar yapılmalı, yenilenebilir enerjide ihtiyaç duyulan kalifiye elemanların yetiştirilmesi için üniversitelerde yenilenebilir enerji alanında ders sayılarının ve bölümlerin artırılması sağlanmalıdır.
- Yenilenebilir enerjinin ilk kurulum maliyetlerinin fosil yakıtlara göre yüksek olmasının önüne geçilmesi için projelere devlet tarafından daha fazla destek verilmelidir.
- Girişimcilere vergi teşviki vb. politikalar geliştirilmeli, bürokratik engellerin kaldırılması, yatırım yapılacak santraller için uygun arazi seçimi konusunda

arazi sahipleri ile yatırımcılar konusunda bir hakem görevi üstlenmesi gerekmektedir.

- Yeni inşa edilecek kamu binalarının ve diğer binaların yenilenebilir enerjiye uygun politikalarla desteklenmesi gerekmektedir.
- İlköğretimden itibaren müfredata konulacak yenilenebilir enerji eğitimi ile toplumsal bilinç tesis edilmelidir.
- Yenilenebilir enerji ile ilgili faaliyet gösteren kuruluşlar, yatırımcılar, üniversiteler ve bilimsel araştırma merkezleri arasında iş birliğinin artırılması için çalışmalar yapılmalı ve sektördeki yeniliklerin takip edilmesi için Ar-Ge çalışmaları teşvik edilip desteklenmesi gerekmektedir.
- Türkiye'nin yenilenebilir enerji bakımından zengin kaynaklarını etkin kullanması ekonomik etkisinin yanı sıra çevresel faktörlerdeki iyileşmeler enerji bağımlılığını azaltmadaki rolü göz önüne alınarak enerji ve ekonomi politikaları belirlenmelidir.

KAYNAKÇA

- Acar Esin ve Doğan Ahmet (2008). *Türkiye'nin Rüzgâr, Hidroelektrik Potansiyeli ve Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi*, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. İstanbul.
- Acar Sevil, Kitson Lucy ve Bridge Richard (2005). “Türkiye’de Kömür ve Yenilenebilir Enerji Teşvikleri”. *Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Enstitüsü*.
- Ağaçbiçer Gökhan, *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale 2010.
- Ağpak Fatma ve Özçiçek Ömer (2018). “Bir İstihdam Politikası Aracı Olarak Yenilenebilir Enerji”. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 11 (11): 112-128.
- Ağpak, Fatma, *Yenilenebilir Enerjinin Eğitim ve İstihdam ile İlişkisi*. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Doktora Tezi. Gaziantep 2018.
- Akdağ Vedat ve Gözen Mustafa (2020). “Yenilenebilir Enerji Projelerine Yönelik Güncel Yatırım ve Finansman Modelleri: Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme”. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. 139-156.
- Akkoyunlu Atilla (2016). “Türkiye’de Enerji Kaynakları ve Çevreye Etkileri”. <http://www.trnpt.tasam.org/pdf/enerjikitabi/20.pdf> (03.05.2021).
- Akusta Emre, *Yenilenebilir Enerji, Büyüme ve Çevre İlişkisi: Türkiye Örneği*. Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Kırklareli 2019.
- Altay Asuman ve Karabulut Şahin (2007). “Türkiye’de Mali Teşvik Sistemi ve Yatırımlara Sağlanan Mali Teşviklerin Değerlendirilmesi”. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 4 (4): 189-202.
- Arslan Erdal ve Solak Aysun (2019). “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Tüketiminin İthalat Üzerindeki Etkisi”. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10 (17): 1380-1407.
- Arslan, Ferhat (2017). *Türkiye Coğrafyası Araştırmaları. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Geçmişten Günümüze Kullanımı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Aslan Hasan ve Soğuksulu Şeref (2017). “Nehir Tipi Hidroelektrik Santralleri (NT-HES)’nin Neden Olduğu Sorunlar ve Rehabilitasyon Çalışmaları: Trabzon Örneği”. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*. 20 (1): 67-74.

- Barradale, Merrill Jones (2010). “Impact Of Public Policy Uncertainty On Renewable Energy Investment: Wind Power And The Production Tax Credit”. *Energy Policy*. 38 (12): 7698-7709.
- Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (2012). Biyokütle Sektör Raporu. *Batı Akdeniz Kalkınma Ajansı (West Mediterranean Development Agency), Official Web site*: <https://www.baka.gov.tr/> (16.06.2021).
- Berksoy Turgay ve Akbaş Akdoğan (2018). “Yenilenebilir Enerjide Kamu Politikaları ve Türkiye”. *Journal Of Life Economics*. 5 (3): 19-42.
- Bilgin, Serhat, *Rüzgâr Hidroelektrik ve Termik Santrallerin Ekonomik ve Çevresel Açidan Karşılaştırılması*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Trabzon 2012.
- Birol, Y.Emre (2019). Avrupa Birliği Enerji Arz Güvenliği Politikası. İstanbul: Kriter Kitabevi,
- Bozkurt Süleyman ve Tür Rıfat (2015). *Dünyada ve Türkiye’de Hidroelektrik Enerji Gelişimi ve Genel Değerlendirme*. 4. Su Yapıları Sempozyumu. Antalya.
- Butler Lucy ve Neuhoff Karsten (2008). “Comparison Of Feed-In Tariff, Quota And Action Mechanisms To Support Wind Power Development”. *Renewable Energy*. 33 (8): 1854-1867.
- Cansino Jose, del Pablo-Romero Maria, Roma’n Rocio ve Yniguez, Rocio (2010). “Tax incentives to promote green electricity: An overview of EU-27 countries”. *Energy Policy*. 38 (10): 6000-6008.
- Carley Sanya, Davies Lincoln, Spence David ve Ziorgiannis Nikolaos (2018). “Empirical Evaluation Of The Stringency And Design Of Renewable Portfolio Standards”. *Nature Energy*. 3 (9): 754-763.
- Carpio-Huayllas, Ramos Dorel ve Arnez Vasquez (2012). “Feed-In And Net Metering Tariffs: An Assessment For Their Application On Microgrid Systems”. 6. IEEE/PES: Latin Amerika Konferansı, 3-5 Eylül 2012. Uruguay.
- Chan, Matthew (2015). “Ocean Thermal Energy Conversion”. *Penn Sustainability Review*. 1 (7): 30-31.
- Clement David, Lehman Matthew, Hamrin Jan ve Wiser Ryan (2005). International Tax Incentives For Renewable Energy: Lessons For Public Policy. *Center for Resource Solutions, San Francisco*.
- COMESA (2017). *Feed-In Tariffs Guidelines*. <http://www.comesa.int/wp-content/uploads/2017/12/FITGuidelines.pdf>. (14.12.2020).
- Connor Peter, Bürger Vetürlüt, Beurkens Luuk, Ericsson Karin ve Egger Christiane (2013). “Devising Renewable Heat Policy: Overview of Support Options”. *Energy Policy*. 59: (0) 3-16.

- Cory Karlayn, Couture Toby ve Kreycik Claire (2009). *Feed-In Tariff Policy: Design, Implementation, and RPS Policy Interactions*. No. NREL/TP-6A2-45549. National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).
- Cory, Karlynn S., and Blair G. Swezey (2007). *Renewable Portfolio Standards In The States: Balancing Goals and Implementation Strategies*. No. NREL/TP-640-41409. National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).
- Couture Toby ve Corry Karlynn (2009). *State Clean Energy Policies Analysis (SCEPA) Project: An Analysis of Renewable Energy Feed-in Tariffs In The United States (Revised)* (No. NREL/TP-6A2-45551). National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).
- Couture Toby ve Gagnon Yves (2010). “An Analysis of Feed-In Tariff Remuneration Models: Implications for Renewable Energy Investment. *Energy Policy*. 38: (0) 955-965.
- Couture Toby, Corry Karlyn, Kreycik Claire ve Williams Emily (2010). *A Policymaker's Guide To Feed-In Tariff Policy Design* (No. NREL/TP-6A2-44849). National Renewable Energy Lab. (NREL), Golden, CO (United States).
- Çağlar Abdullah Emre, Kubar Yeşim ve Korkmaz Adil (2017). “Türkiye Ekonomisinde Büyümenin Dinamiği Olarak Enerji”. *Akdeniz İİBF Dergisi*. 17 (36): 103-129.
- Çelikkaya, Ali (2017). “Avrupa Birliği Üyesi Ülkelerde Yenilenebilir Enerjiye Sağlanan Teşvikler Üzerine Bir İnceleme”. *Sayıştay Dergisi*. 104. <https://www.sayistay.gov.tr/tr/Upload/95906369/files/dergi/pdf/der104m1.pdf> (10.10.2020).
- Çokan, Metin (2004, 26-28 Mayıs). *Dalga Enerjisi (Dalga Elektrik Santralleri, 5. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*. İstanbul. 1-8.
- Çolak İlhami ve Demirtaş Mehmet (2008). “Rüzgâr Enerjisinden Elektrik Üretiminin Türkiye'deki Gelişimi”. *TÜBAV Bilim Dergisi*. 1 (2): 55-62.
- Dalkır Özcan ve Şeşen Elif (2011), *Çevre ve Temiz Enerji: Hidroelektrik*, Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü.
- De Jager David ve Rathmann Max (2008). Policy instrument design to reduce financing costs in renewable energy technology projects. *PECSNL062979, International Energy Agency Implementing Agreement on Renewable Energy Technology Deployment*.
- Deloitte, (2011). Yenilenebilir Enerji Politikaları ve Beklentiler.
- Devlet Su İşleri 2020 Faaliyet Raporu. <https://cdniys.tarimorman.gov.tr/api/File/GetFile/425/KonuIcerik/759/1107/DosyaGaleri/DS%C4%B0%202020-yili-faaliyet-raporu.pdf> (14.06.2021).

- Dijk Albert Van, L.W. Beurskens, M.G Boots, M.B. Kaal, T.j. De Lange, Emid Van Sambeek ve Martine Uytterlinde (2003). Renewable Energy Policies and Market Developments.
- Dinçer Furkan, Atik İpek, Yılmaz Şaban ve Çıngı Ali (2017). “Hidrolik Enerjisinden Yararlanmada Ülkemiz ve Gelişmiş Ülkelerin Mevcut Durumlarının Analizi”. *Mühendislik Dergisi*. 8 (3): 555-561.
- Dinçer Hasan ve Karakuş Hüsne (2020). “Yenilenebilir Enerji Yatırımları ile İstihdam Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi: G7 Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz”. *İstatistik ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*. 1 (1): 40-49.
- Döner İbrahim (2018). Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Muhasebe, Vergi Uygulamaları, Sektöre Sağlanan Teşvik ve Hibeler Ankara: Gazi Kitabevi.
- Dufo-López Rodolfo ve Bernal-Agustín Jose (2015). “A Comparative Assessment Of Net Metering And Net Billing Policies”. *Energy*. 84: 684-694.
- Dulkadiroğlu Hakan (2018) “Türkiye’de Elektrik Üretiminin Sera Gazı Emisyonları Açısından İncelenmesi”. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*. 7 (1): 67-74.
- Duran Mustafa (1998). Türkiye’de Uygulanan Yatırım Teşvik Politikaları (1968-1998). T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı Ekonomik Araştırmalar Genel Müdürlüğü. Araştırma ve İnceleme Dizisi No: 19. Ankara.
- Durmuşoğlu Sercan, *Türkiye'nin Enerji Politikaları ve Komşu Ülkeler ile Uluslararası İlişkilerine Etkileri*. İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul 2015.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi [World Energy Council Turkish National Committee] (2009). *Enerji Raporu*. Ankara.
- Dürüs İlhami, *Türkiye’de Vergi Teşvik Önlemleri, Mahiyeti ve Etkinliği*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul 2005.
- Ekins Paul (1999). “European Environmental Taxes And Charges: Recent Experience, Issues And Trends”. *Ecological Economics*. 31 (1): 39-62.
- Ekonomi Bakanlığı, (2012). *Yeni Teşvik Sistemi. Yatırımlarda Devlet Teşvikleri*.
- Ellabban Omar, Abu-Rub Haitman ve Blaabjerg Frede (2014). “Renewable Energy Resources: Current Status, Future Prospects And Their Enabling Technology, Renewable And Sustainable”. *Energy Reviews*. 39: 748- 764.
- Elüstün, Gökhan Hakkı (2020). İzmir Kalkınma Ajansı. Türkiye’de Enerji Arz Güvenliği.
<https://kalkinmaguncesi.izka.org.tr/index.php/2020/05/21/turkiyede-enerji-arz-guvenligi/> (04.06.2021).

- Enerji Atlası (2021). <https://www.enerjiatlası.com> (03.01.2021).
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK, 2021). <https://www.epdk.gov.tr/> (10.02.2021).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (2020). <https://bepa.enerji.gov.tr> (25.12.2020).
- Erdoğan Nurettin, *Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ile Yenilenebilir Enerji Üretimi Arasındaki Etkileşim ve Finansal Yansımaları*. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Sivas 2020.
- Ersungur Mustafa ve Takım Abdullah (2018). “Türkiye’de Teşvik Sisteminin Yapısı, Sorunları ve Etkinliği Üzerine Bir Politika Önerisi: Tek Bir Uygulamacı Kuruluş Sorunları Çözer mi?”. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 32 (3): 725-744.
- Eser Emre (2011). *Türkiye’de Teşvik Sistemleri ve Mevcut Sistemin Yapısına Yönelik Öneriler*. T.C Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Ankara, 35-55.
- Eser Levent Yahya ve Polat Sedat (2015). “Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımına Yönelik Teşvikler: Türkiye ve İskandinav Ülkeleri Uygulamaları”. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*. (12): 201-225.
- Eskin Mert Can, Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çevreye ve Ekonomiye Etkisi, Mali Hizmetler Uzmanlığı Uzmanlık Tezi. Ankara 2018.
- Ford Glyn, Chris Niblett ve Walker Lindsay (1983). “Ocean Thermal-Energy Conversion”. *IEEE Proc.* 130 (2): 93-100.
- Fouquet Doerte ve Johansson Thomas (2008). “European Renewable Energy Policy At Crossroads-Focus On Electricity Support Mechanisms. *Energy Policy*. 36: 4079-4092.
- Gerard Marata, Olegario Soldevila Ferrer, Jeff W Dorrill ve Erin Larkin Watkins (2010). “Renewable Energy Incentives In The United States And Spain: Different Paths-Same Destination?”. *Journal of Energy & Natural Resources Law*, 28(4): 481-502.
- Gipe Paul (2006). Renewable Energy Policy Mechanisms. *Renewable Energy*.
- Gülsaç Işık Işıl (2009). “Okyanuslardan Gelen Enerji Dalga Enerjisi”. *Bilim ve Teknik*. 58-61.

- Haas Reinhard, Panzer Christian, Resch Gustav, Ragwitz Mario, Reece Gemme ve Held Anne (2011). "A Historical Review Of Promotion Strategies For Electricity From Renewable Energy Sources In EU Countries". *Renewable And Sustainable Energy*. 15: 1003-1034.
- Held Anne, Ragwitz Mario, Gephart Malte, Viser Erika de ve Klessmann Corinna (2014). Design Features of Support Schemes For Renewable Electricity, ECOFYS No: DESNL 13116.
- Herzog Antonia, Lipman Timothy ve Kammen Daniel. (2001). Renewable Energy Sources. *Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS). Forerunner Volume- 'Perspectives and Overview of Life Support Systems and Sustainable Development, USA, 76.*
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Yatırım Ofisi. <https://www.invest.gov.tr/tr/sectors/sayfalar/energy.aspx> (19.06.2021).
- International Renewable Energy Agency (IRENA, 2020). Annual Review 2020 Renewable Energy and Jobs.
- İlkılıç, Zeynep (2016). "Türkiye’de Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerji Sistemlerinin Gelişimi". *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*. 6 (2/2): 5-6.
- İlleez Bülent (2019). Türkiye’de Biyokütle Enerjisi. *TMMOB Türkiye’nin Enerji Görünümü*. 317-345.
- İrteş, Gülşen Meltem (2017). *Türkiye’de Uygulanan Vergisel Teşviklerin İstihdam Yaratarak Bölgesel Kalkınmaya Etkileri: Çanakkale Örneği*. IV. Uluslararası Bölgesel Kalkınma Konferansı. Tunceli.
- Jaccard, Mark (2004). "Renewable Portfolio Standard". *Encyclopedia of Energy*. 5: 413-421.
- Jenner Steffen, Groba Felix ve Indvik Joe (2013). "Assessing The Strength And Effectiveness Of Renewable Electricity Feed-In Tariffs In European Union Countries". *Energy Policy*. 52: 385-401.
- Johnson Erik (2011). The Price Elasticity of Supply of Renewable Electricity Generation: Evidence From State Renewable Portfolio Standards. Georgia Tech No: WP2011-001. Atlanta.
- Karaca, Coşkun (2020). Güncel Ekonomik ve Mali Sorunlar, Bursa: Ekin Kitabevi.
- Karagöl Erdal Tanas ve Akdeve Erdal (2013). "Geçmişten Günümüze Türkiye’de Teşvikler ve Ülke Uygulamaları". *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*. (37).
- Karagöl Erdal Tanas ve Kavaz İsmail (2017). "Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji". *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, 197, 1-32.

- Kaya Halil İbrahim ve Bayraktar Yüksel (2021). “Kamu Teşvik Mekanizmalarının Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerine Etkisi: AB Ülkeleri ve Türkiye’de Güneş Enerjisine Yönelik Dinamik Panel Veri Analizi”. *Sosyoekonomi Dergisi*. 29 (48): 181-204.
- Kaya, Mehmet (2016). “Türkiye’de Cari Açık Sorunu ve Nedenleri”. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*. 6 (10): 51-75.
- Keleş, Ruşen (1998). Kentbilim Terimleri Sözlüğü. Ankara: İmge Kitabevi.
- Koç Erdem ve Şenel Mahmut Can (2013). “Dünyada ve Türkiye’de Enerji Durumu, Genel Değerlendirme”. *Mühendis ve Makine Dergisi*. 54 (639): 32-44.
- Koçaslan, Güleğül (2010). “Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi Çerçevesinde Türkiye'nin Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yeri ve Önemi”. *Sosyal Bilimler Dergisi*. (1): 53-61.
- Korkmaz, İlhan (2012). Rüzgâr Enerjisi İçinde: TR33 Bölgesinin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Stratejik Alt Bölgelerin Tespiti. Zafer Kalkınma Ajansı Proje No: ZAFER/20125-01/MD-DFD. Kütahya.
- Köse İsmail, Genç İbrahim ve Demiralp Burak (2015). “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin İncelenmesi”. *Akademia Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*. 1 (1): 10-19.
- KPMG (2016). Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergi ve Teşvikler. <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/pdf/2016/05/tr-yenilenebilir-enerjiye-yonelik-vergi-ve-tesvikler.pdf> (11.06.2021).
- Kreiss Jan, Ehrhart Karl Martin ve Haufe Marie Christin (2017). “Appropriate Design Of Auctions For Renewable Energy Support-Prequalifications And Penalties”. *Energy Policy*. 101 (C): 512-520.
- Lewis Joanna ve Wiser Ryan (2007). “Fostering A Renewable Energy Technology Industry: An International Comparison of Wind Industry Policy Support Mechanisms”. *Energy Policy*. 35: 1844-1857.
- Lund John ve Derek Freeston (2000, 28 Mayıs-10 Haziran). World-wide Direct Uses of Geothermal Energy 2000 World Geothermal Congress.
- Lyon Thomas ve Yin Haito (2010). Why Do States Adopt Renewable Portfolio Standards? An Empirical Investigation. *The Energy Journal*. 31 (3): 131-156.
- Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA). <https://www.mta.gov.tr> (07.01.2021).
- Milli Eğitim Bakanlığı (2011). Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Enerji Üretimi. Ankara.

- Mendonça, Miguel (2007). *Feed-In Tariffs: Accelerating The Deployment of Renewable Energy*, Londra: Earthscan.
- Mezher Toufic, Dawelbait Giha ve Abbas Zeina (2012). “Renewable Energy Policy Options For Abu Dhabi: Drivers and Barriers”. *Energy Policy*. 42: 315-328.
- Mir-Artigues Pere ve Del Río Pablo (2014). Combining tariffs, investment subsidies and soft loans in a renewable electricity deployment policy. *Energy Policy*, 69, 430-442.
- Nogee Alan, Deyette Jeff ve Clemmer Steve (2007). “The Projected Impacts Of A National Renewable Portfolio Standard”. *The Electricity Journal*. 20 (4): 33-47.
- OECD, (2021). (Organisation for Economic Coperation and Developoment (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (06.03.2021) <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm>
- Oral Faruk, Behçet Rasim ve Aykut Kadir (2017). “Hidroelektrik Santral Rezervuar Verilerinin Enerji Üretimi Amaçlı Değerlendirilmesi”. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 6 (2): 29-38.
- Ömeroğlu Mert, *Yenilenebilir Enerjinin Sürdürülebilirlik Üzerindeki Rolü*. Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul 2020.
- Önal Eylem ve Yarbay Rahmiye (2010). “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Geleceği”. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 9 (18): 94.
- Önal, Müdrike (2020). “Sürdürülebilir Kalkınmada Yenilenebilir Enerjinin Önemi: Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme”. *Turkish Business Journal*. 1 (1): 79-97.
- Örer Gürkan, Özdamar Aydoğan, Gürsal Turgut ve Özbalta Necdet (2003, 15-18 Ekim). *Dalga Enerjisi Tesislerine Genel Bakış*. II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. İzmir. 1-16.
- Öz Ersan ve Buyrukoğlu Selçuk (2012). “Negatif Dışsallıkların Önlenmesinde Çevresel Vergiler Türkiye ve OECD Ülkeleri Karşılaştırması”. *TİSK Akademi*. 7 (14): 84-107.
- Özarslan, Başak, *Rüzgâr Enerjisinin Sürdürülebilir Kalkınma Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir 2017.
- Özen Ahmet Şaşmaz, Mahmut Ünsal ve Bahtiyar Ercan (2015). “Türkiye’de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Rüzgâr Enerjisi”. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 2015 (1): 85-93.

- Özşahin Şerife, Mucuk Mehmet ve Gerçeker Mustafa (2016). “Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: BRICS-T Ülkeleri Üzerine Panel ARDL Analizi”. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*. 4 (4): 111-130.
- Öztürk Derya Ezgi ve Kalaycı Erkan (2010, 14-16 Kasım). *Türkiye Enerji Piyasası İçin Yenilenebilir Enerji Sertifikalarının Değerlendirilmesi*. Türkiye 12. Enerji Kongresi. Ankara.
- Panwara NL, Kaushik SC ve Kotharia Surenda (2011). “Role of Renewable Energy Sources in Environmental Protection: A Review”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15 (3): 1513-1524.
- Poullikkas Andreas, Kourtis George ve Hadjipaschalis Ionnis (2013). “A Review of Net Metering Mechanism For Electricity Renewable Energy Sources”. *International Journal of Energy And Environment*. 4 (6): 975-1002.
- Rader Nancy ve Hempling Scott (2001). *The Renewables Portfolio Standard A Practical Guide*, National Association of Regulatory Utility Commissioners. ABD.
- REN21 (2020). Renewables 2020 Global Status Report. <https://www.ren21.net/gsr-2020/> (15.06.2021).
- Resmi Gazete (2009). *Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar*, 27290 Sayılı 16 Temmuz 2009 Tarihli Resmi Gazete, Karar Sayısı: 2009/15199.
- Rickerson Wilson ve Grace Robert (2007). *The Debate Over Fixed Price Incentives For Renewable Electricity In Europe and The United States: Fallout And Future Directions*, Heinrich Böll Foundation, Almanya.
- Rio Pablo ve Linares Pedro (2014). “Back To The Future? Rethinking Auctions For Renewable Electricity Support”. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*. 35: 42-56.
- Saatçioğlu Cem ve Küçükaksoy İsmail (2001). Türkiye Ekonomisinin Enerji Yoğunluğu ve Önemli Enerji Taşıma Projelerinin Ekonomiye Etkisi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11, 19-39.
- Sağdıç, Ersin (2012). *Güneş Enerjisi İçinde: TR33 Bölgesinin Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Stratejik Alt Bölgelerin Tespiti*. Zafer Kalkınma Ajansı Proje No: ZAFER/20125-01/MD-DFD, Kütahya.
- Sağlam Mustafa ve Uyar Tanay Sıtkı (2005, 19-21 Ekim). *Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli*. YEKSEM 2005. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu. Mersin.
- Sarıkaya, Sinan (2011). *Güneş Enerjisi Sektörel Analiz Raporu*. Doğu Anadolu Kalkınma Ajansı. Van.

- Schelly Chelsea, Louie,Edward ve Pearce, Joshua. (2017). “Examining Interconnection And Net Metering Policy For Distributed Generation In The United States”. *Renewable Energy Focus*. 22: 10-19.
- Sevinç Haktan, Emsen Selçuk ve Bozkurt Eda (2016). Yatırım Teşvik Politikalarının Bölgesel Belirleyicilerine Yönelik Bir Analiz: Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*. 6 (1): 525-556.
- Seyidoğlu, Halil (2007). *Uluslararası İktisat Teori ve Politika*. İstanbul: Güzem Can Yayınları.
- Sezer, Yılmaz (2012, 24-25 Eylül). *Enerjide Yatırımcı ve Tüketici Fiyatlarının Vergi Boyutu*. 14. Uluslararası Enerji Arenası. İstanbul.
- Shazmin Saa, Sipan İbrahim ve Sapri Malmunah (2016). “Property Tax Assessment Incentives For Green Building: A Review”. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*. 60 (C): 536-548.
- Sijm, Jos (2002). *The Performance of Feed-In Tariffs To Promote Renewable Electricity In European Countries*, Energy Research Centre of The Netherlands No:ECN-C—02-083, Petten.
- Stennett, Aldan (2010). *Incentivising Renewable Electricity-A Comparison of Renewable Obligation Certificates and Feed-In Tariffs*, Northern Irelan Assembly No: NIAR 300-10, İrlanda.
- Stoutenborough James ve Beverlin Matthew (2008). “Encouraging Pollution-Free Energy: The Diffusion Of State Net Metering Policies”. *Social Science Quarterly*. 89 (5): 1230-1251.
- Şenel Mahmut Can ve Koç, Erdem (2015). Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Durumu Genel Değerlendirme. *Mühendis ve Makina Dergisi*. 56 (663): 46-56.
- Şenyüz Doğan, Yüce Mehmet ve Gerçek Adnan (2016). *Türk Vergi Sistemi*. Bursa: Ekin Kitabevi.
- Tanrıöver, Mehmet, *Yenilenebilir Enerjinin Türkiye Ekonomisine Yansımaları*. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş 2020.
- Ticaret Bakanlığı Dış Ticaret İstatistikleri. <https://ticaret.gov.tr/istatistikler/dis-ticaret-istatistikleri> (15.03.2021).
- Timur, Caner Mustafa (2017). *Enerji Arz Güvenliğinin Sağlanmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi*. The Importance of Renewable Energy Sources in the Provision of Energy Supply Security.
- Toklu, Ethem (2017). Biomass Energy Potential and Utilization in Turkey. *Renewable Energy*. 107: 235-244.

- Torrero, Edward (2000). Renewable Energy Resources. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*.
- Tükenmez Maden ve Demireli Erhan (2012). Renewable Energy Policy In Turkey With The New Legal Regulations. *Renewable Energy*. 39 (1): 1-9.
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. Ödemeler Dengesi İstatistikleri. <https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/609ef884-3b3c-4bc3-84fe-9254244c3490/odemelerdengesi.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-609ef884-3b3c-4bc3-84fe-9254244c3490-nww5sND> (01.03.2021).
- Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası. (2020). Türkiye'nin Enerji Hariç Cari İşlemler Dengesi. <https://evds2.tcmb.gov.tr/index.php?/evds/portlet/ljNyiTkT28U%3D/tr> (25.02.2021).
- Türkiye Cumhuriyeti Kalkınma Bakanlığı, Orta Vadeli Program (2013-2015). https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Orta_Vadeli_Program2013-2015.pdf (22.04.2021).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). Dış Ticaret İstatistikleri. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104&dil=1> (17.03.2021).
- Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TESK). Enerji Görünümü 2020 Yılı Özet Raporu. <https://www.tskb.com.tr/i/assets/document/pdf/enerji-sektor-gorunumu-2020.pdf> (22.04.2021).
- Türlüoğlu, Esmâ, *Türkiye’de Ekonomik Büyüme Dinamikleri: Ekonomik Büyüme ve Dış Ticaret İlişkisi Nedensellik Analizi*. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Edirne 2019.
- Ulusoy Ahmet ve Bayraktar Daştan Ceyda (2018). “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi”. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*. 7 (17): 123-160.
- Urgun, Nurettin. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bakımından Türkiye’nin Potansiyeli ve Bu potansiyelin Harekete Geçirilmesine Yönelik Stratejiler*. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Kütahya 2015.
- Üçgül İbrahim ve Elibüyük Ufuk (2016). “Okyanus Termal Enerji Dönüşümü (OTEC) Sistemi”. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 9 (1): 87-94.
- Wan Yih ve Green James (1998). Current Experience With Net Metering Programs, NREL No: CP-500-24527, Colorado.
- WEC (2016). World Energy Resources 2016. http://www.wec-france.org/DocumentsPDF/Etudes_CME/World-Energy-Resources_SummaryReport_2016.pdf (04.03.2021).

- Wiser Ryan Hamrin Jan ve Wingate Meredith. (2002). *Renewable Energy Policy Options For China: A Comparison of Renewable Portfolio Standards, Feed-In Tariffs, And Tendering Policies*,
- Wiser Ryan, Barbose Galen ve Holt Edward (2011). “Supporting Solar Power In Renewables Portfolio Standards: Experience From The United States”. *Energy Policy*. 39 (7): 3894-3905
- Wiser Ryan, Namovicz Christopher, Gielecki Mark ve Smith Robert (2007). *Renewables Portfolio Standards: A Factual Introduction To Experience From The United States*, Berkeley National Laboratory No: LBNL-62569, Kaliforniya.
- WorldBank, (2021). (Dünya Bankası). <https://data.worldbank.org/country/turkey?locale=tr>. (06.03.2021).
- WWF 2014 Raporu. (2014). Türkiye’nin Yenilenebilir Gücü: Türkiye için Alternatif Elektrik Enerjisi Arz Senaryoları. İstanbul.
- www.dunya.com (04.06.2021).
- Yalçın, Burak (2018). Dünyanın Enerjisi. *Su Dünyası Dergisi*. (152): 52-63.
- Yaman, İlker (2012). Jeotermal Enerji, İçinde: TR33 Bölgesinin yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Stratejik Alt Bölgelerin Tespiti. Zafer Kalkınma Ajansı Proje No: ZAFER/20125-01/MD-DFD. Kütahya.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM, 2015). Dalga Enerjisinin Sağladığı Faydalar.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM, 2016). Güneş Enerjisi ve Teknolojileri.
- Yenisey, Dilek (2015). *İç Anadolu Bölgesi İçin Güneye Bakan Eğimli Yüzeye Gelen Günlük Global, Direkt ve Difüz Radyasyonunun Hesaplanması*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.
- Yıldız Ahmet, Özgener Önder ve Özgener Leyla (2020). “Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Uygulamaları Mevcut Durum ve Gelecek Öngörülleri”. *EMO Bilimsel Dergi*. 10 (1): 7-18.
- Yılmaz Olcay ve Hotunluoğlu Hakan (2015). “Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler ve Türkiye”. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 2 (2): 74-97.
- Yılmaz, Büşra (2020). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Vergisel Teşvikler*. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi. Adana 2020.

Yılmaz, Şayende (2018). Türkiye Hidroelektrik Potansiyeli ve Gelişme Durumu, *Türkiye Enerji Görünümü*, TMMOB. 309-330.

Yılmaz Veysel ve Doğan Adem (2020). “*Ekonomik Büyüme Sorulamak, Sınırlamak, Sürdürmek ve Geliştirmek*”, (Ed. Cuma Çataloluk ve Doğan Bozdoğan), Sosyal Bilimlerde Değişim ve Gelişim Yazıları III, Tokat: Taşhan Kitabevi.

Yin Haitao ve Powers Nicholas (2010). “Do State Renewable Portfolio Standards Promote In-State Renewable Generation?”. *Energy Policy*. 38 (2): 140-1149.

Yüksel İbrahim ve Kaygusuz Kamil (2011). “Renewable energy sources for clean and sustainable energy policies in Turkey”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 15 (8): 4132-4144.

Zhang Qi, Wang Ge, Li Yan, Li Hailong, McLellan Benjamin ve Chen Siyuan (2018). “Substitution Effect Of Renewable Portfolio Standards And Renewable Energy Certificate Trading For Feed-In Tariff”. *Applied Energy*. 227: 426-435.

