

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TÜRKİYE’NİN FOTOVOLTAİK ENERJİ GELİŞİMİNİN
KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: YASAL ALTYAPI, MEVCUT KURULU
GÜÇ VE PROJEKSİYONLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EVREN ÖZGÜR

BOLU, ARALIK - 2018

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



TÜRKİYE’NİN FOTOVOLTAİK ENERJİ GELİŞİMİNİN
KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: YASAL ALTYAPI,
MEVCUT KURULU GÜÇ VE PROJEKSİYONLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EVREN ÖZGÜR

BOLU, ARALIK - 2018

KABUL VE ONAY SAYFASI

Evren ÖZGÜR tarafından hazırlanan “TÜRKİYE’NİN FOTOVOLTAİK ENERJİ GELİŞİMİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: YASAL ALTYAPI, MEVCUT KURULU GÜÇ VE PROJEKSİYONLAR” adlı tez çalışması Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda 26/12/2018 tarihinde BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.


Jüri Üyeleri

Danışman
Prof. Dr. Ali Naci ÇELİK
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

İmza



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Ömer Kadir MORGÜL
Sakarya Üniversitesi



Üye
Doç.Dr. Alaattin Osman EMİROĞLU
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Mezuniyet Tarihi :

Prof. Dr. Ömer ÖZYURT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



İmge'ye,

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

EVREN ÖZGÜR



ÖZET

TÜRKİYE’NİN FOTOVOLTAİK ENERJİ GELİŞİMİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ: YASAL ALTYAPI, MEVCUT KURULU GÜÇ VE PROJEKSİYONLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

EVREN ÖZGÜR

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BOLU, ARALIK - 2018

Enerji yüzyıllardır insanoğlunun vazgeçilmez ihtiyacı olmuştur. Bu ihtiyacı karşılamak da en önemli sorunlardan biri olmuştur. Enerji iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır ve çeşitli proseslerle üretilip çok farklı şekillerde kullanılır. Petrol, doğal gaz, kömür, odun, güneş vb. birincil enerji kaynakları başka bir enerji türüne dönüştürülmeden doğrudan kullanılır. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarından dönüştürülen ve dönüştürülürken kayıplar nedeniyle daha pahalı olan enerji türüdür. İkincil enerjiye elektrik ve fuel oil gibi örnekler verilebilir. Birincil enerji kaynağı olarak fosil yakıtlar hem çevreye zararlı hem de sonsuz enerji kaynağı olmadığı için insanoğlu yenilenebilir enerjiye yönelmiştir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi son yıllarda hızla gelişmiştir. Güneş enerjisini direk olarak elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik hücreler ülkelerin geliştirdiği politikalar, yapmış olduğu yatırımlar ve sağladığı teşvikler ile ülkelerin enerji politikalarında büyük rol oynamaktadır. Bu tezde; Türkiye’nin yıllık güneş enerjisi potansiyeli, kişi başına düşen fotovoltaik kurulu gücü ve kişi başına düşen fotovoltaik elektrik üretimi farklı karakteristik özellikleri olan beş Avrupa Birliği (AB-5) ülkesi ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, kişi başına düşen fotovoltaik kurulu gücün güneşlenme potansiyeline oranı, gayri safi milli hasıla ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Seçilen bu parametreler ışığında yapılan analizler, ülkelerin sahip oldukları güneşlenme potansiyelleriyle kişi başına düşen fotovoltaik kurulu güç ve kişi başına düşen fotovoltaik elektrik üretimlerinin doğru orantılı olmadığını göstermektedir. Bu bağlamda, Türkiye’nin AB-5 ülkeleri ile karşılaştırıldığında fotovoltaik gelişiminin yeterli olmadığı ve gelişmiş ülkelerin seviyelerine ulaşabilmek için teşvik politikalarının etkin ve hızlı bir şekilde hayata geçirilmesi gerekliliği sonucuna ulaşılmıştır.

ANAHTAR KELİMELEER: Enerji, Güneş enerjisi, Fotovoltaik, Kurulu fotovoltaik güç, Enerji teşvik politikaları

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF TURKEY'S PHOTOVOLTAIC ENERGY STATUS: LEGAL STRUCTURE, EXISTING INSTALLED POWER AND PROJECTIONS

MSC THESIS

EVREN ÖZGÜR

**BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING
(SUPERVISOR: PROF. DR. ALİ NACİ ÇELİK)**

BOLU, DECEMBER 2018

Energy has been the indispensable need of human beings for centuries. Meeting this need has also been one of the most important problems. Energy is defined as the ability to do work and can be produced through variety of processes and used in various manners. Primary energy sources such as petroleum, natural gas, coal, wood, solar etc. are used directly without being converted to another type of energy. Secondary energy sources are form of energies that are transformed from primary energy sources and are more expensive because of the losses during transformation. Electricity and fuel oil can be given as an example to secondary energy sources. Humankind has turned to renewable energy since fossil fuels, as the primary energy sources, are both harmful to the environment and not infinite energy sources.

Solar energy, which is one of the renewable energy sources, has progressed rapidly in recent years. Photovoltaic cells, which convert solar energy directly into electrical energy, play an important role in energy policies of the countries through policies, investments and incentives. Turkey's annual solar energy potential, photovoltaic installed capacity per capita and photovoltaic power generation per capita have been analyzed in this thesis in comparison to selected 5 European Union countries (EU-5) that have different characteristic features. In addition, the ratio of photovoltaic installed capacity per capita to sunshine potential has been analyzed in comparison with the gross national product.

The analyses which have been made in the light of these selected parameters indicate that the solar energy potential of the countries are not in direct proportion to their photovoltaic installed capacity per capita and their photovoltaic power generation per capita. In this context, it has been concluded that Turkey's photovoltaic development is not sufficient in comparison to EU-5 countries; and effective incentive policies are required to be implemented rapidly in order for Turkey to reach the level of developed countries.

KEYWORDS: Energy, Solar energy, Photovoltaics, Installed photovoltaic power, Energy incentive policies

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Genel Enerji.....	2
1.2 Dünyada Mevcut Enerji Kaynaklarının Detayları.....	3
1.3 Yenilenebilir Enerji	9
2. TÜRKİYE’NİN GENEL ENERJİ YAPISI	11
2.1 Kurulu Güç	11
2.2 Enerji Üretim Tüketim Analizi.....	15
2.2.1 Enerji Üretimi	15
2.2.2 Enerji Tüketimi	22
2.3 Yenilenebilir Enerji Payı	27
2.3.1 Hidroelektrik Enerjisi	29
2.3.2 Rüzgâr enerjisi	29
2.3.3 Jeotermal Enerji	30
2.3.4 Biyokütle.....	31
2.4 Orta ve Uzun Vadeli Projeksiyonlar.....	31
3. TÜRKİYE VE DÜNYA FV DURUM KIYASLAMA.....	34
3.1 Türkiye FV Durumun İncelenmesi.....	34
3.2 Dünyadaki FV Durumun İncelenmesi.....	45
4. AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNİN ENERJİ DURUMU VE TÜRKİYE İLE KIYASLANMASI	47
4.1 AB Ülkelerinin Enerji İhracatlarının İncelenmesi.....	48
4.2 AB Ülkelerinin Enerji Tüketiminin İncelenmesi	50
4.3 AB Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Kapasiteleri ve Gelişiminin İncelenmesi.....	52
4.4 AB Ülkelerinin Güneş Enerjisi ve Uygulanan Devlet Teşviklerinin Durumu.....	55
4.5 AB-5 Ülkeleri ve Türkiye’de Uygulanan Devlet Teşviklerinin İncelenmesi.....	61
4.5.1 Yunanistan	61
4.5.2 Almanya.....	63

4.5.3	İtalya	64
4.5.4	Fransa.....	66
4.5.5	İspanya.....	67
4.5.6	Türkiye.....	68
4.6	AB-5 Ülkeleri ve Türkiye'nin Kurulu FV Kapasitesinin Güneş Enerjisi Geliri ile Bağlantısı	69
4.7	AB-5 Ülkeleri ve Türkiye'nin FV Elektrik Üretimine Güneş Enerjisi Geliri ile Bağlantısı	72
4.8	AB-5 Ülkeleri ve Türkiye'nin Güneşlenme Potansiyeline Göre Kişi Başına Düşen Kurulu FV Kapasitenin GSYİH ile Bağlantısı	74
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	79
6.	KAYNAKLAR	82
7.	ÖZGEÇMİŞ	88



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1.	2000 yılı birincil enerji tüketiminin detayları.....	4
Şekil 1.2.	2016 yılı birincil enerji kaynaklarının yüzdesel dağılımı.....	4
Şekil 1.3.	100 yıllık ve son 16 yıllık birincil enerji tüketimi değişimi.....	5
Şekil 1.4.	2016 yılı dünya petrol rezervleri dağılımı.....	6
Şekil 1.5.	Petrol kaynaklarının yaklaşık ömrü.....	7
Şekil 1.6.	2016 yılı dünya doğalgaz rezervleri dağılımı.....	8
Şekil 1.7.	2016 yılı dünya kömür rezervleri dağılımı.....	8
Şekil 1.8.	Yenilenebilir enerji kurulu güç dağılımı.....	10
Şekil 2.1.	Yıllara göre kurulu güç dağılımı.....	11
Şekil 2.2.	2017 yılı kurulu gücün kaynaklara göre yüzdesel dağılımı.....	12
Şekil 2.3.	2016 yılı kurulu gücün kaynaklara göre yüzdesel dağılımı.....	12
Şekil 2.4.	2007-2017 yılları arasında nüfus artış grafiği.....	16
Şekil 2.5.	2007-2017 yılları arasında brüt elektrik üretim değerleri.....	16
Şekil 2.6.	2016 yılı elektrik üretiminin yüzdesel dağılımı.....	18
Şekil 2.7.	2017 yılı elektrik üretiminin yüzdesel dağılımı.....	19
Şekil 2.8.	2006-2016 yılları arası elektrik üretiminin sektörel dağılımı.....	22
Şekil 2.9.	2007-2016 yılları arasında net elektrik tüketim grafiği.....	23
Şekil 2.10.	2016 yılı elektrik tüketiminin sektörel dağılımı.....	26
Şekil 3.1.	Türkiye'nin güneş enerjisi atlası.....	34
Şekil 3.2.	Türkiye güneşlenme kuşağı haritası.....	36
Şekil 3.3.	Yıllara göre GES kurulu gücünün ve elektrik üretiminin değişimi..	37
Şekil 3.4.	Lisanssız ve lisanslı santrallerin oranları.....	38
Şekil 3.5.	2015-2016 yıllarında güneş enerjisinden lisanssız elektrik üretimi ..	44
Şekil 3.6.	Dünya'nın FV güç potansiyel haritası.....	45
Şekil 4.1.	AB ülkelerinin enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı.....	48
Şekil 4.2.	AB ülkelerinin ham petrol ithal ettiği ülkeler.....	49
Şekil 4.3.	AB ülkelerinin katı yakıt ithal ettiği ülkeler.....	49
Şekil 4.4.	AB ülkelerinin doğalgaz ithal ettiği ülkeler.....	50
Şekil 4.5.	AB-28 ülkenin yenilenebilir enerji kapasitesinin kaynaklara göre dağılımı.....	52
Şekil 4.6.	2008-2017 yılları arası kümülatif FV kurulu güç.....	57
Şekil 4.7.	2008-2017 yılları arasında yıllık kurulan FV güç.....	57
Şekil 4.8.	Kişi başına düşen kurulu FV kapasite ile yıllık ortalama günlük güneşlenme radyasyonu denklemi (Parantez içindeki rakamlar ülkelerin € cinsinden kişi başına düşen GSYİH değerleridir.).....	70
Şekil 4.9.	Kişi başına düşen FV elektrik üretimi ile yıllık ortalama günlük güneşlenme radyasyonu denklemi (Parantez içindeki rakamlar ülkelerin kişi başına düşen kurulu FV kapasite değerleridir (W))....	73
Şekil 4.10.	Kişi başına düşen FV kurulu kapasitenin güneş ışını gelirin oranının GSYİH ile kıyaslanması.....	75

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1.	2016-2017 yılları kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı	13
Çizelge 2.2.	2007-2017 yılları arasında kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı..	13
Çizelge 2.3.	2007-2017 yılları arasında termik santrallerin yakıt bazlı karşılaştırılması.....	14
Çizelge 2.4.	2006-2017 yılları arasında yıllık kurulu güç, brüt üretim, kişi başına kurulu güç ve brüt üretim değerleri	17
Çizelge 2.5.	2016 yılı santrallerin üretim miktarları ve yüzdesel katkıları.....	18
Çizelge 2.6.	2017 yılı santrallerin üretim miktarları ve yüzdesel katkıları.....	20
Çizelge 2.7.	2016 yılı elektrik üretiminin kuruluşlara göre dağılımı.....	21
Çizelge 2.8.	2017 yılı elektrik üretiminin kuruluşlara göre dağılımı.....	21
Çizelge 2.9.	2007-2016 yılları arası arz-şebeke kaybı-net tüketim değerleri. ..	24
Çizelge 2.10.	2006-2016 yılları arasında toplam kişi başına arz, kişi başına brüt talep, kişi başına net tüketim değerleri.....	25
Çizelge 2.11.	Türkiye'nin hedeflenen kişi başına yıllık enerji tüketimi.....	26
Çizelge 2.12.	2007-2017 yılları arası yenilenebilir kaynakların kurulu gücü (bi-yokütle hariç) ve toplam kurulu güce oranı	27
Çizelge 2.13.	Değerlendirilebilecek yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretim teknik potansiyeli.....	28
Çizelge 2.14.	Türkiye'nin toplam rüzgâr enerjisi potansiyeli.....	30
Çizelge 2.15.	Yenilenebilir kaynak türünde 2019 kurulu güç hedefleri.....	32
Çizelge 2.16.	Türkiye'nin ulusal yenilenebilir enerji eylem planı kaynak türlerine göre 2023 kurulu güç hedefleri.	32
Çizelge 2.17.	2019 ve 2023 yenilenebilir enerji kurulu güç hedeflerinin 2017 yılsonu verileriyle karşılaştırılması.	33
Çizelge 2.18.	2019 ve 2023 yenilenebilir enerji kurulu güç hedeflerinin 2017 yılsonu verileriyle yüzdesel karşılaştırılması. Hata! Yer işareti tanımlanmamış.	
Çizelge 3.1.	Bölgelerin ışınım değerleri ve güneşlenme süreleri.	35
Çizelge 3.2.	2017 yılı sonu itibarıyla lisanslı santrallerin kapasiteleri ve mevcut durumları.	39
Çizelge 3.3.	Lisans alma durumundaki santrallerin dağılımı.	40
Çizelge 3.4.	Ön lisans alma durumundaki santrallerin dağılımı.	40
Çizelge 3.5.	YEKDEM'den 2017 yılında faydalanan tesis sayısı ve üretim kapasiteleri	41
Çizelge 3.6.	YEKDEM'den 2018 yılında faydalanan tesis sayısı ve üretim kapasiteleri	42
Çizelge 3.7.	2015 ve 2016 Yıllarında lisanssız üretime ödenen miktarlar	44
Çizelge 4.1.	Toplam kurulu güç, toplam yenilenebilir enerji kurulu güç, elektrik üretimi, elektrik tüketimi, nüfus ve kişi başına düşen GSYİH değerleri 2016 yılı için AB-28 ortalama, AB-5 ve Türkiye'nin kıyaslaması.....	53
Çizelge 4.2.	AB-5 ülkelerinde FV için uygulanan teşvikler.....	60
Çizelge 4.3.	Yunanistan'da 2014 yılından sonra uygulanan Tarife Garantisi-1 fiyatları	62

Çizelge 4.4. Yunanistan'ın 10 kW'a kadar çatı tipi FV tesislere uygulayacağı Tarife Garantisi	62
Çizelge 4.5. Fransız hükümetinin Ocak 2016'dan geçerli olmak üzere uyguladığı fiyatlar	67
Çizelge 4.6. AB-5 ülkeleri ve Türkiye'nin FV kapasitesi ve günlük güneşlenme radyasyon değerleri	69



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

€	: Avrupa Birliği Para Birimi
€/kWh	: Kilowatt saat Başına Düşen Euro
€/MWh	: Megawatt saat Başına Düşen Euro
¢ct/kWh	: Kilowatt saat Başına Düşen Euro Cent
AB	: Avrupa Birliği
AB-28	: Avrupa Birliği Üyesi 28 Ülke
AB-5	: Avrupa Birliği Üyesi 5 Ülke
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AEEG	: İtalyan Elektrik, Gaz ve Su Düzenleme Kurumu
AR-GE	: Araştırma Geliştirm
CE	: İtalyan Hükümetinin Teşvik Sistemi
ct	: Cent
ct/kWh	: Kilowatt saat Başına Düşen Cent
EEG	: Almanya Yenilenebilir Enerji Yasası
EIA	: Amerika Birleşik Devletleri Enerji Enformasyon İdaresi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
FV	: Fotovoltaik
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiteli Atlası
GES	: Güneş Enerjisi Santrali
GSE	: İtalya Elektrik Piyasasında Üretici ile Piyasa Arasındaki Aracı
GSYİH	: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
GWh	: Gigawatt saat
GWh/yıl	: Yıllık Gigawatt saat
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
KDV	: Katma Değer Vergisi
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
kWh/m ²	: Metrekareye Düşen Kilowatt saat
kWh/m ² -yıl	: Yıllık Metrekareye Düşen Kilowatt saat
kWh/yıl	: Yıllık Kilowatt saat
kWp	: Maksimum Üretilecek Kilowatt

LPG	: Liquid Petroleum Gas
LÜY	: Lisanssız Üretim Yönetmeliği
m	: Metre
m/s	: Saniyede Ulaşılan Metre
m²	: Metrekare
m³	: Metreküp
MASPv-1	: Bir Önceki Yılın Ortalama Marjinal Fiyatı
Mtep	: Milyon Ton Eşdeğer Petrol
MW	: Megavat
MWe	: Megawatt Net
MWh	: Megawatt saat
MWt	: Megawatt Isı
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
REPA	: Türkiye Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası
s	: Saniye
saat/yıl	: Yıllık saat
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TL	: Türk Lirası
TWh	: Terawatt saat
UEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
W	: Watt
W/m²	: Metrekareye Düşen Watt
W/MWh	: Kişi Başına Düşen FV Kurulu Kapasitenin Yıllık Güneş Işını Gelirine Bölümü
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca hoőgörülu ve yardım sever tavrıyla desteklerini benden esirgemeyen, paylaőtıđı bilgiler ve önerileriyle bana yol gösteren ve bu çalışmanın oluőumunda sonsuz katkıları olan saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Ali Naci elik'e teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca bu tezin oluőumunda benimle birlikte araştırma yapan, içerik okuyup, format hazırlayan ve daha sayısız katkısı olan, çalıőmam süresince yanımda olan ve her zaman yanımda olduğunu bildiğim sevgili eőim İmge'ye minnettirim. Bu alıőma onun desteği olmadan olmazdı.

1. GİRİŞ

Enerji geçmişten günümüze kadar insanoğlunun vazgeçilmez ihtiyacı ve en önemli sorunlarından birisi olmuştur. Enerji en genel ifadesi ile iş yapabilme yeteneği olarak tanımlanır. Enerji doğada serbest halde bulunabildiği gibi bu serbest enerjiden çeşitli proseslerle farklı nitelikteki diğer enerji formlarına dönüştürülebilir. İlk kez sanayi devrimiyle buhar makinelerinin insan gücünün yerini alması insanlık tarihinin en önemli dönüm noktalarından birisini oluşturmuştur. Ancak bu süreç, bugün bile ülkelerin başa çıkmak zorunda kaldıkları enerji problemiğinin de ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sanayi devriminin en temel enerji kaynağı olarak kömürün artan ihtiyaçlara cevap verememesinden dolayı yeni enerji kaynaklarının bulunması önemli bir ihtiyaç olarak ortaya çıktı. İkinci sanayi devrimi (sanayi devriminin ikinci aşaması) olarak adlandırılan elektriğin sanayide ve üretimde kullanılmaya başlandığı dönem ile birlikte üretim bantları ve fabrikalar üretimin temel formu olarak hayat buldu. İkinci sanayi devrimi form olarak enerji kaynaklarının sayısını artırmış ancak enerji ihtiyacının ekonomik olarak nasıl karşılanacağı sorusuna bir yanıt üretememiştir. Günümüzde hala devam eden enerji problemi ülkelerin çözüm aradıkları başlıca sorunlardandır. Bu nedenle ülkeler mevcut enerji kaynaklarını korumak ve artırmak için savaşmışlar ve bu savaşlar hala devam etmektedir (Karakaş, 2016).

Ülkelerin enerji ihtiyacı gün geçtikçe birçok nedenden dolayı artmakta ve üretim-tüketim arasındaki fark da gün geçtikçe açılmaktadır. Bu nedenlerin en önemlileri nüfus artışı, teknolojik gelişme, sanayileşme ve insanların yaşam konforunun gün geçtikçe yükselmesidir. Bugün, enerji sorunu her ülkenin yaşadığı bağımsız bir problem olmaktan çıkmış global bir sorun halini almıştır. Halen devam etmekte olan birçok savaş da global enerji sorununun bir yansıması olarak değerlendirilebilir. Geçmişte enerji yalnızca insanların temel gereksinmelerini karşılayan bir ihtiyaç iken, artık uluslararası politikaları yönlendiren bir güç halini almıştır. Halen dünyada kullanılmakta olan enerjinin %90'ı fosil tabanlı dönüşümsüz (konvansiyonel) enerji kaynaklarından karşılanmaktadır. Bu enerji kaynaklarının başlıcaları kömür, petrol ve doğalgazdır. Fosil kaynaklı enerjiler sonsuz değildir ve bir gün tükenecekleri sabit bir gerçektir. Bu, fosil kaynak esaslı enerji dönüşüm

teknolojilerinin de ortadan kalkması anlamına gelmektedir. Bunun sonuçları da bütün dünya ekonomisini etkileyecek kadar büyük olabilecektir (Sayın, 2006).

Bunun dışında diğerk önemli bir nokta ise fosil kaynaklı enerjilerin neden olduğu çevresel kirlenmedir. Dünya üzerinde yaşanan çevresel sorunların önemli bir kısmı fosil yakıtların tüketilmesi sonucu oluşmaktadır. Fosil esaslı yakıtların yanması ile ortaya çıkan zararlı gazlar hem insan sağlığına doğrudan zarar vermekte hem de çevre kirliliği oluşturmaktadır. Ekolojik dengeyi bozan bu olayların ana sebebi fosil kaynak yakıtlarının büyük miktarlarda kullanılmasıdır. Fosil kaynak esaslı çevre kirliliği küresel ısınma, suların ve toprağın kirlenmesi, bitki örtüsünün zarar görmesi, asit yağmurları, çölleşme ve biyolojik çeşitlilikte azalma vb. olgular şeklinde vücut bulmaktadır. Yukarıda saydığımız sorunlar sebebiyle özellikle 1973 petrol krizinden sonra, bilim insanları bu kaynaklara alternatif olabilecek yeni enerji kaynakları arayışına girmişlerdir. Bu alternatif enerji kaynakları ise, doğada var olan temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bu enerjilerin başlıcaları güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrojen, biyokütle, hidroelektrik (su gücü) ve deniz-dalga enerjileridir. Bu enerji kaynaklarının yenilenebilir özellikte olmaları ve çevreye çok az zarar vermeleri, gelişmiş ülkelerin bu tür enerji dönüşüm sistemlerine yatırım yapmalarını sağlamış ve teknolojilerinin hızla gelişmesine neden olmuştur. Yenilenebilir enerji sistemlerinin, yaygınlığının orta ve uzun vadede hızlı bir şekilde artması beklenmektedir. Beklenmesi gereken diğerk bir durum ise, toplumların kalkınmasının başlıca unsurlarından biri olan enerjinin, temiz, güvenilir ve ekonomik bir şekilde temin edilmesinin devletler tarafından vazgeçilmez bir enerji politikası olarak benimsenmesidir (Çelik, 2002).

1.1 Genel Enerji

Ülkelerin ihtiyaç duyduğu enerjiyi üretebilme kapasiteleri ve üretme şekilleri o ülkelerin kalkınmışlık seviyelerine ışık tutan önemli ölçütler arasındadır. Dünyada artan nüfusa paralel olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Ülkeler bu talebi karşılamak için çeşitli enerji politikaları izlemekte ve enerji kaynaklarını çeşitlendirip, enerji üretimini alternatif kaynaklar kullanarak yapmaktadır. Enerji ithal eden ülkeler

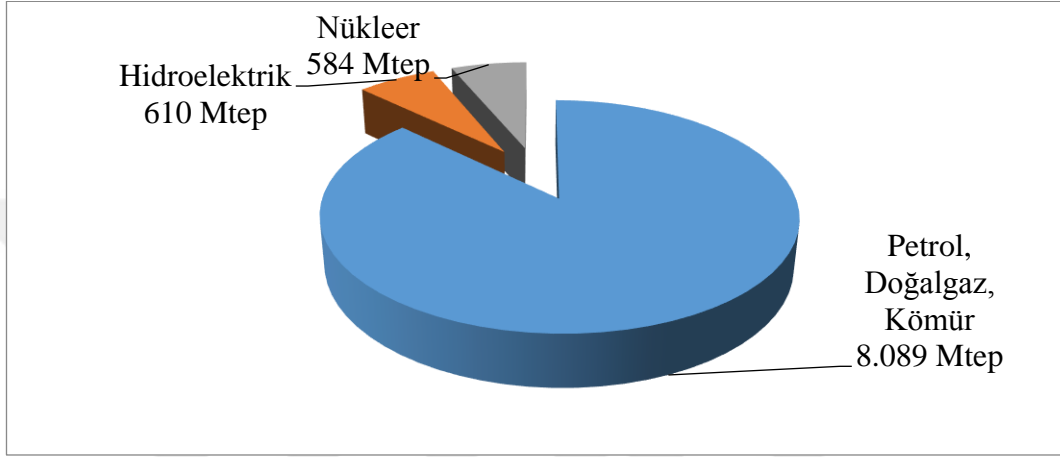
özellikle bu çeşitlendirmeye önem verip kaynakların azalması durumunda başka kaynaklara yönelmenin önünü açacak politikalar geliştirmektedirler.

Enerjinin genel olarak ülkelerin en önemli sorunlarından birisi olmasının nedeni hali hazırda bu artışı karşılayacak enerji kaynağının bulunmamasıdır. Bu nedenle enerji, her ülkenin uyguladığı çeşitli politikalar doğrultusunda yoğun yatırımlar yaptığı bir alandır. Ülkelerin ekonomik, kültürel ve bilimsel seviyeleri ürettikleri ve kullandıkları enerji miktarı ile doğru orantılıdır. Dünya nüfusunun enerji kullanımını incelendiğinde, gelişmiş ülkelerin üretim kabiliyetleri, istihdam oranları, hizmet kaliteleri ve çeşitlilikleri bağlamında, sanayileşmeyle birlikte enerjiye olan ihtiyaçlarının hızlı bir şekilde arttığı görülmektedir. Diğer taraftan, bu gibi ülkelerde enerji, refah seviyesini artıran bir etken iken aynı zamanda bir sorun haline gelmiştir. Çünkü teknolojik olarak gelişen ülkelerde insanların refah seviyeleri arttıkça enerji ihtiyaçları da buna bağlı olarak hızlı bir şekilde artmaktadır. Bu ihtiyaç çevre sorunlarını ve aşırı talep nedeniyle enerji temininde yaşanabilecek olası zorlukları da beraberinde getirmiştir. Bu gibi sorunların ancak yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanarak çözülebileceği gelişmiş ülkelere erken tespit edilmiş ve bu alanda kayda değer yatırımlar yapılmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde ise tıpkı gelişmiş ülkeler gibi enerji talebi oldukça yüksek olmakla birlikte, bu ülkeler yenilenebilir enerji üretimine yeterli eğilimi henüz göstermemiş olduklarından fosil yakıtlara duyulan ihtiyaç oldukça fazladır. Öngörülere göre kömür, petrol ve doğalgaz 2035 yılına kadar ana enerji kaynağı olarak kalacaktır (BP, 2017,a).

1.2 Dünyada Mevcut Enerji Kaynaklarının Detayları

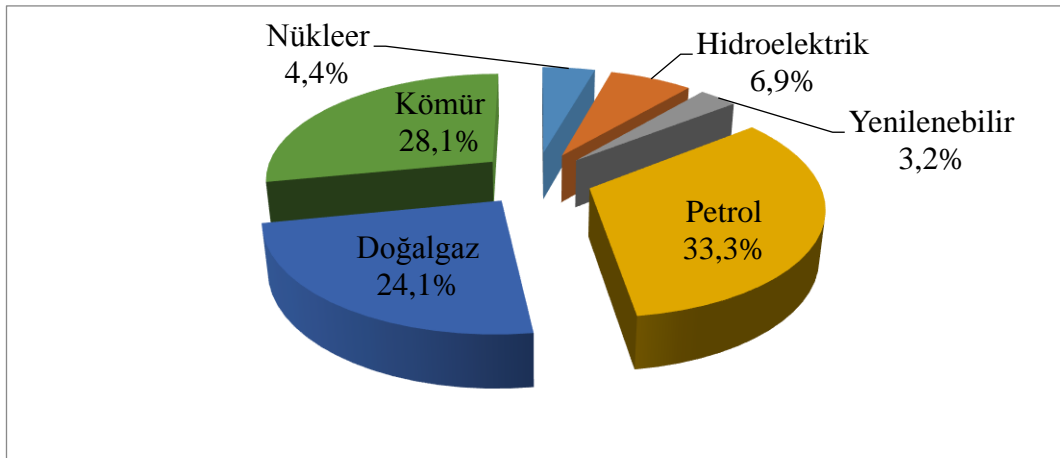
Enerji kaynakları doğada serbest halde bulunma ve üretilme şekillerine göre ikiye ayrılır. Bunlardan ilki, petrol, doğal gaz, kömür, odun gibi doğada kendiliğinden var olan ve insanoğlu tarafından dönüştürülmemiş enerji formu olan birincil enerji kaynaklarıdır. Diğeri ise elektrik, fuel oil, mazot gibi birincil enerji kaynaklarından çeşitli proseslerle üretilen enerji formlarını ifade eden ikincil enerji kaynaklarıdır. Bu kaynaklar elde edilirken termik santraller, rafineriler gibi tesislerde dönüşüm kayıpları oluşmaktadır. Bu nedenle ikincil kaynaklar birincil kaynaklara göre çok daha pahalıdır (Türkyılmaz, 2011).

1900 yılında dünya nüfusu 1,6 milyar iken, birincil enerji tüketimi yaklaşık 1.000 Mtep idi. 2000 yılına gelindiğinde ise dünya nüfusu 3,8 kat artarak 6 milyar seviyesine çıkarken, birincil enerji tüketimi 9,2 kat artarak 9.285 Mtep olmuştur. Artan nüfusla birlikte aradan geçen yıllarda sanayileşme hız kazandığından enerji tüketimi de hızla artmıştır. Tüketilen bu enerjinin 8.089 Mtep gibi büyük bir kısmını petrol, doğalgaz ve kömürden oluşan fosil kaynaklar oluştururken geriye kalan 610 Mtep'i hidroelektrik enerjiden 584 Mtep'i ise nükleer enerjiden karşılanmıştır (Ural, 2006).



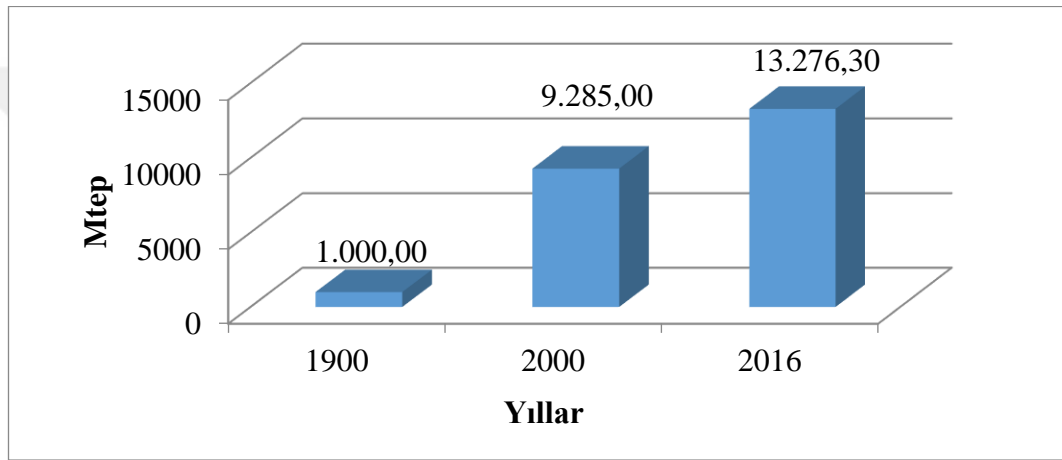
Şekil 1.1. 2000 yılı birincil enerji tüketiminin detayları (Ural,2006).

2016 yılına gelindiğinde birincil enerji kaynaklarının küresel bazda tüketimi, bir önceki yıla oranla %1,0 artışla 13.276,3 Mtep'e ulaşmıştır (BP, 2017,b). Tüketilen bu enerjinin yüzdesel olarak dağılımı Şekil 1.2'de verildiği gibidir.



Şekil 1.2. 2016 yılı birincil enerji kaynaklarının yüzdesel dağılımı (BP, 2017,b).

Yukarıdaki grafikte gösterildiği üzere petrol, doğalgaz ve kömürün hala çok etkin olduğu günümüz dünyasında, bu yakıtlar birincil enerji tüketiminde 2016 yılında %85,5'lik bir orana sahiptir. Dünyanın birincil enerji tüketim verilerinde birinci sırayı %33,3 ile petrol almakta, ardından %28,8 ile kömür ve %24,1 ile doğalgaz gelmektedir. Bu veriler enerji tüketiminde daha uzun yıllar fosil yakıtların egemen olacağını göstermektedir. Bu dağılımda yenilenebilir enerji payının artırılması için, kaynakların çeşitlendirilmesi ve ülkelerin birlikte hareket ederek fosil yakıtlardan bu tip kaynaklara kayması son derece önemlidir.



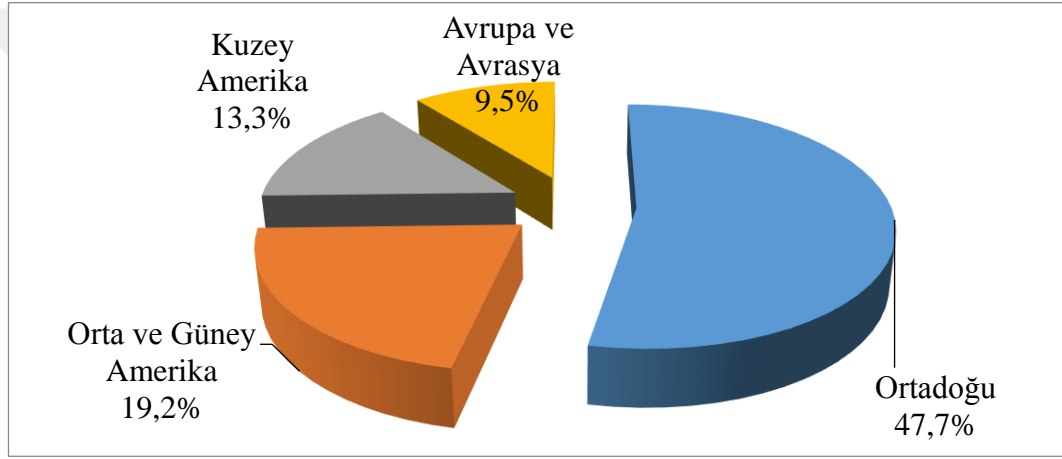
Şekil 1.3. 100 yıllık ve son 16 yıllık birincil enerji tüketimi değişimi.

Ülkelerin sanayi ve teknoloji alanında gelişmişlikleri ve nüfus yoğunlukları enerji tüketimleriyle paralel gitmektedir. Bununla birlikte, önümüzdeki yıllar içerisinde teknoloji ve sanayinin dünyada daha hızlı bir şekilde gelişme göstereceği düşünüldüğünde, enerji tüketiminin de aynı hızla artması beklenmektedir. Örneğin, dünyanın en kalabalık ülkesi olan ve çok hızlı bir şekilde sanayileşen Çin, dünya enerji kaynaklarının %23'üne tekabül eden 3.053 Mtep ile dünyanın enerji kaynaklarını en çok tüketen ülke konumundadır. Bu ülkeyi %17'ye karşılık gelen 2.272 Mtep ile ABD izlemektedir (BP, 2017,b).

EIA, OECD üyesi ve OECD üyesi olmayan ülkelerin enerji tüketimlerinin en son 2007 yılında yaklaşık olarak birbirine yakın olduğunu, ancak 2007'den 2035'e kadar olan zaman diliminde OECD ülkelerinde enerji tüketiminin tahmini olarak %14 oranında, OECD üyesi olmayan ülkelerde ise %84 oranında büyüyeceğinin tahmin

edildiğini bildirmektedir (İsmiç, 2015). OECD üyesi olmayan ülkelerin sanayi ve ekonomileri geliştikçe, bu ülkelerde yaşayan insanların enerji ve elektrik tüketiminin de hızlı bir şekilde artacağı öngörülmektedir.

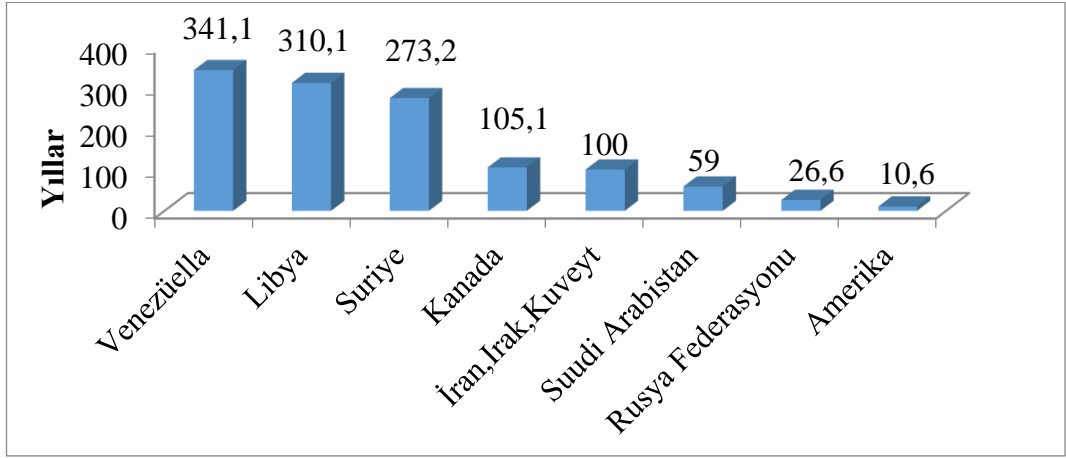
Dünyadaki toplam petrol rezervi 2016 yılı sonu verilerine göre 1706,7 milyar varil olarak hesaplanmıştır. Bu rezervin %47,7 ile en önemli kısmı Orta Doğu ülkelerine aittir. Büyük rezervlere sahip diğer bölgeler %19,2 ile Orta ve Güney Amerika, %13,3 ile Kuzey Amerika, %9,5 ile Avrupa ve Avrasya'dır. Petrol rezervlerinin ülkelere göre sıralaması en çok bulunandan aza doğru; Venezüella, Suudi Arabistan, Kanada, İran, Irak, Rusya Federasyonu, Kuveyt, BAE, Libya ve ABD'dir (BP, 2017,b).



Şekil 1.4. 2016 yılı dünya petrol rezervleri dağılımı (BP, 2017,b).

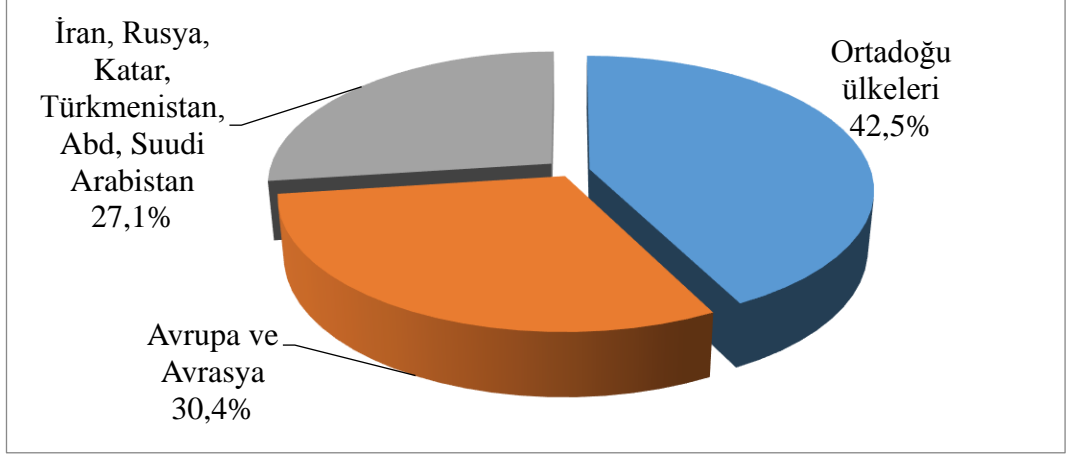
Rezervlerin o yılki üretime bölünmesiyle elde edilen ve toplam rezervin aynı üretim miktarıyla ne kadar süreyle kullanılmaya devam edilebileceğini gösteren orana rezerv üretim oranı denmektedir. Mevcut veriler ışığında, dünyada kalan toplam petrol rezervlerinin insanoğluna yeteceği süre 50,6 yıl olarak hesaplanmıştır. Petrol rezervleri en fazla olan ülkeler göz önüne alındığında, Venezüella 341,1 yıl ile ilk sıradadır. Venezüella'yı, 310,1 yıl ile Libya, 273,2 yıl ile Suriye, 105,1 yıl ile Kanada yaklaşık 100 yıla yakın sürelerle İran, Irak ve Kuveyt takip etmektedir. Suudi Arabistan 59 yıl ile listede aşağılardadır. Rusya Federasyonu 26,6 yıl ve Amerika 10,6 yıl ile sonlardadır (BP, 2017,b). Bu oran ülkelerin sahip olduğu petrol rezervleri ile kaynaklarının kullanım sürelerinin aynı sıralama ile gitmediğini göstermektedir.

Ülkelerin enerji politikaları, üretim kapasitelerinin ve teknolojik gelişmişliklerinin düzeyleri bu oranı etkilemektedir.



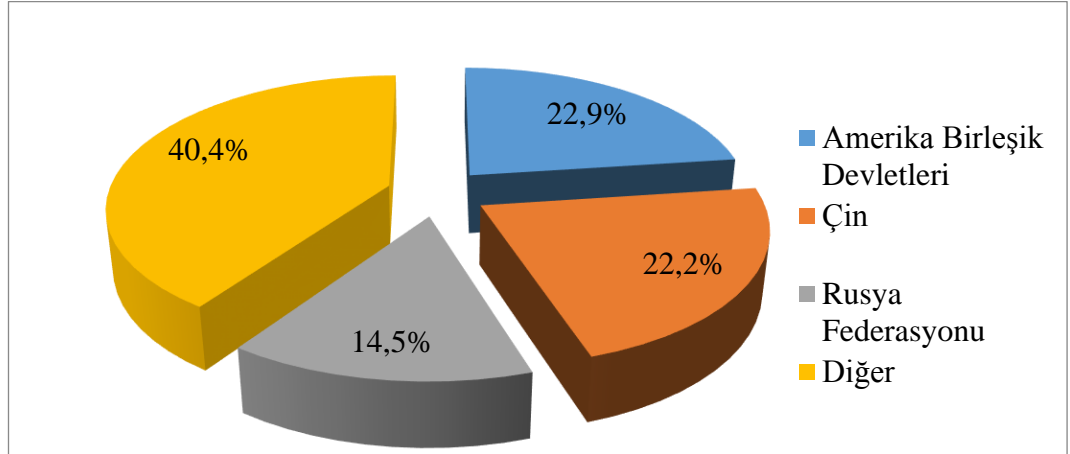
Şekil 1.5. Petrol kaynaklarının yaklaşık ömrü (BP, 2017,b).

Petrolde sonra en çok tüketilen birincil enerji kaynağı olan doğal gazın 2016 yılı sonu itibarı ile kanıtlanmış rezervinin 186,6 trilyon m³ olduğu saptanmıştır (BP, 2017,b). Bu rezervler mevcut üretim hızıyla 52,5 yıl daha kullanım imkânı verecektir. Petrol kaynaklarında olduğu gibi doğal gaz kaynaklarında da bölgesel açıdan en büyük paya %42,5 ile Ortadoğu ülkeleri sahiptir. Avrupa ve Avrasya ülkeleri %30,4 oran ile ikinci sırada yer almaktadır. Rezervlerin ülkeler bazında sıralaması çoktan aza göre; İran, Rusya Federasyonu, Katar, Türkmenistan, ABD, Suudi Arabistan'dır. Rezerv kullanım oranına bölgesel olarak bakılacak olursa, kapasitenin 124,5 yıl ömür ile en fazla Orta Doğu'da olacağı öngörülmektedir. Afrika ikinci sırada, Avrupa ve Avrasya üçüncü sırada uzun ömürlü doğalgaz rezervlerine sahip bölgeler olarak öne çıkmaktadır (BP, 2017,b).



Şekil 1.6. 2016 yılı dünya doğalgaz rezervleri dağılımı.

Kömür, dünya üzerinde diğer fosil yakıtlara göre daha büyük rezerv payına sahip olmasına rağmen gelişen dünya ve teknolojik gelişmelerle birlikte eski önemini kaybetmiştir. Toplam rezerv miktarı 1,1 trilyon tondur. En büyük rezervlere 252 milyar ton ile ABD, 244 milyar ton ile Çin ve 160 milyar ton ile Rusya Federasyonu sahiptir. Diğer fosil yakıtlara göre rezerv üretim oranları çok yüksektir. Dünya üzerinde 153 yıl daha kullanılabilen öngörülen bir kömür rezervi bulunmaktadır (BP, 2017,b).



Şekil 1.7. 2016 yılı dünya kömür rezervleri dağılımı.

ABD için petrol ve doğalgaz rezervlerinin bitiş süresi yaklaşık 10 yıl olarak öngörülmesine karşın kömür rezervleri için bu süre 381 yıl olarak tespit edilmiştir. Fosil yakıtların rezerv bitiş süreleri diğer ülkeler için farklılık göstermekte olsa da,

genel olarak bu tür yakıtların rezervlerinin tüm dünyada kısıtlı miktarda olduğu sabittir. Bu durum başta ABD olmak üzere tüm ülkelerin ilgisinin Ortadoğu ülkelerinde olmasının başlıca sebebidir.

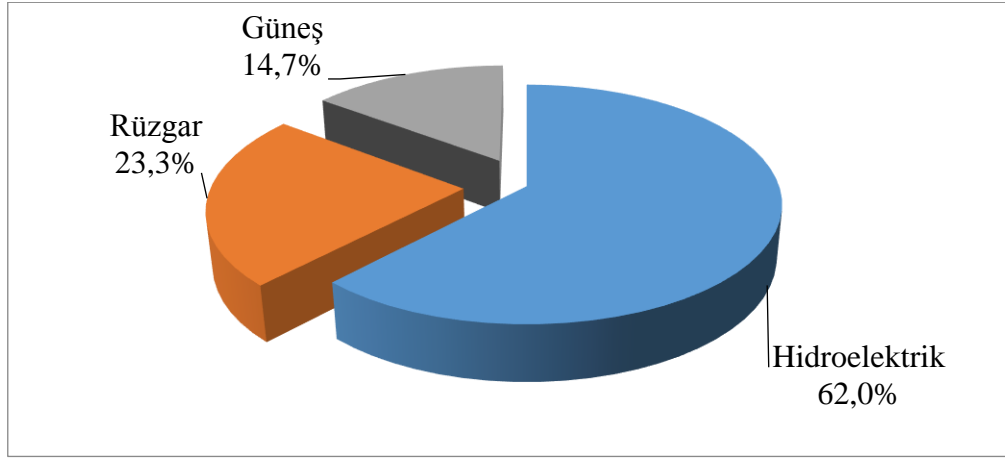
1.3 Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerjiyi “doğal kaynaklardan elde edilebilen ve kendini sürekli yenileyebilen bir enerji kaynağı” olarak tanımlamak mümkündür (Australian Renewable Energy Agency). Yenilenebilir enerji kendini sürekli yenilediği için fosil yakıtlara ve diğer yakıt türlerine göre birçok avantaja sahiptir. Doğal bir şekilde kendini yenileyen ve çevreye zarar vermeyen bir enerji türü olduğundan karbon salımının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, kaynak türü rüzgâr, güneş, yer altı kaynakları, su gücü gibi ülkelerin yerli kaynakları olduğundan dışa bağımlılığı azaltmak açısından da önemlidir. “Gelişmiş ülkelerde teknolojinin yoğun kullanıldığı rüzgâr, güneş, işlenmiş biyokütle ve organik atıklar başta olmak üzere, yenilenebilir enerjinin genellikle modern veya dönüştürülmüş formları kullanılmaktadır. Az gelişmiş ülkelerde ise, kırsal bölgelerde ısınma ve yemek pişirme amacıyla, biyokütle ve hayvansal atıkların doğrudan kullanımı önemli düzeydedir (IEA, 2007).” Yenilenebilir enerji kaynak çeşitliliğinin artması ülkelerin arz güvenliği açısından da büyük önem taşımaktadır.

2016 yılı sonunda rüzgar, jeotermal, güneş, biyogaz ve atık dahil olmak üzere brüt enerji üretime dayalı toplam yenilenebilir enerji tüketimi 419,6 Mtep'e ulaşmıştır. Gelişen teknolojilerle birlikte yenilenebilir enerjinin payı da yıldan yıla artmaktadır. 2016 yılında yenilenebilir enerjinin bir önceki yıla göre artışı %14,1 olmuştur. 2005 ile 2015 yılları arasındaki artışı %16,1 olmuştur. Bu oranlar, ülkelerin enerji elde etmekte kullandıkları fosil yakıt payını her yıl azaltmakta ve yenilenebilir enerji payını artırmakta olduğunu göstermektedir. Çin 86,1 Mtep yenilenebilir kaynak tüketimiyle dünyada ilk sırayı almaktadır. Onu 83,8 Mtep ile ABD, 37,9 ile Almanya takip etmektedir (BP, 2017,b).

Dünya genelinde toplam yenilenebilir enerji kapasitesi (kurulu güç) 2016 yılı sonu itibarı ile 2.006.202 MW'a ulaşarak bir önceki yıla oranla %8,01 artmıştır. En

büyük kapasite 1.242.961 MW ile hidroelektriktir, onu 466.505 MW ile rüzgâr ve 295.664 MW ile güneş enerjisi takip etmektedir (IRENA, 2017).



Şekil 1.8. Yenilenebilir enerji kurulu güç dağılımı.

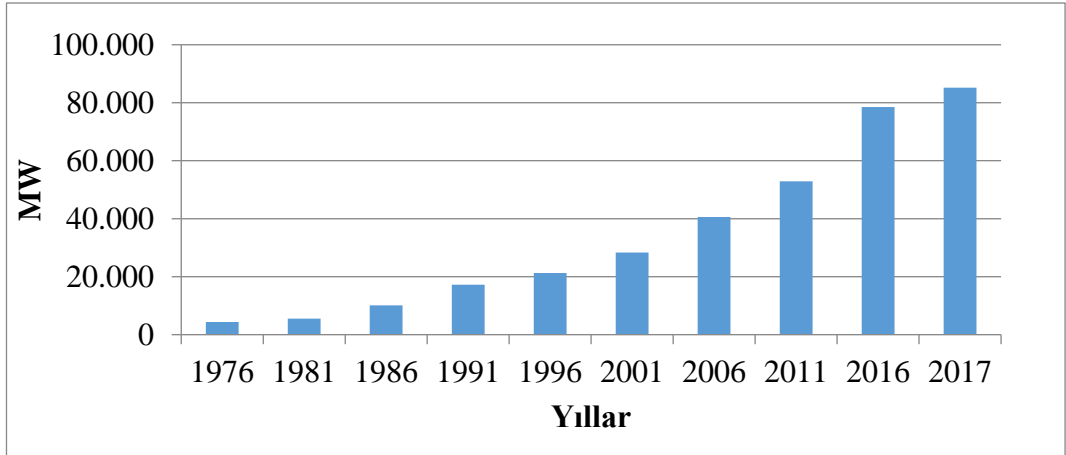
Petrol fiyatlarında 2015 yılında görülen düşüş, petrol talebini %1,6 artırsa da, üretimdeki büyüme sadece %0,5’de kalmıştır. Doğalgaz üretimi de düşük fiyatlardan negatif yönde etkilenerek sadece %0,3 artmıştır. En hızlı büyüme %12 ile yenilenebilir enerjide gerçekleşmiştir. Her ne kadar toplam küresel birincil enerji kaynakları içerisinde %4’lük paya sahip olsa da, yenilenebilir enerjideki büyüme 2016’daki enerji talebindeki toplam büyümenin neredeyse üçte birini temsil etmektedir. Enerji talebindeki zayıf büyüme ve diğer kaynaklara kıyasla yenilenebilir enerjideki gözle görülür artış 2016 yılı küresel karbon salımında yalnızca %0,1 artışa neden olmuştur (BP, 2017,c).

2. TÜRKİYE’NİN GENEL ENERJİ YAPISI

2.1 Kurulu Güç

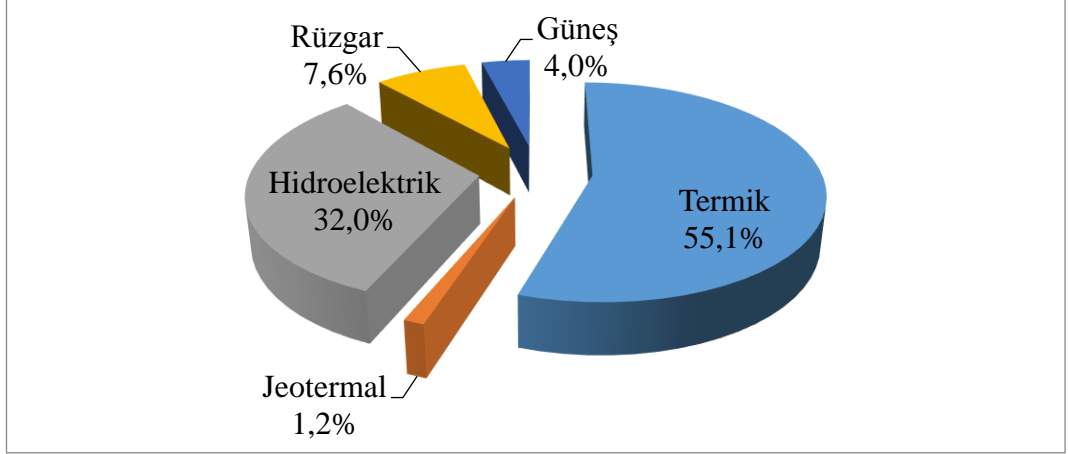
Günlük yaşantının ayrılmaz bir parçasını oluşturan enerji, ülkelerin sosyo-ekonomik yapıları içerisindeki yerini ve önemini korurken, enerjinin önemli bir bileşenini oluşturan elektrik enerjisi ağırlığını giderek artan bir oranda geliştirmektedir. Çağdaşlığın ve kalkınmanın bir simgesi olan elektrik enerjisinin tüm ülke sathında vatandaşın, sanayi ve tarımın ihtiyaçları için emre amade tutulması, her şeyden önce “Ulusal Elektrik Sistemi” olarak anılıp ülke genelinde yaygın bir yerleşimi ve şebeke ağı olan üretim-iletim hizmetlerindeki kalite ve devamlılığa bağlı bulunmaktadır (TEİAŞ, 2009).

Türkiye’nin toplam elektrik kurulu gücü 2017 yılı sonu itibariyle 85.200,0 MW’a ulaşmıştır (TEİAŞ, a). Aşağıda verilen Şekil 2.1’den de görüleceği gibi kurulu güç her beş yıllık periyotta geometrik olarak artış göstermiştir. Son 5 yıldaki artışın bu denli fazla olmasının başlıca sebebi olarak nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler nedeniyle insanların elektriğe olan ihtiyacının artması gösterilebilir.



Şekil 2.1. Yıllara göre kurulu güç dağılımı (TEİAŞ, b).

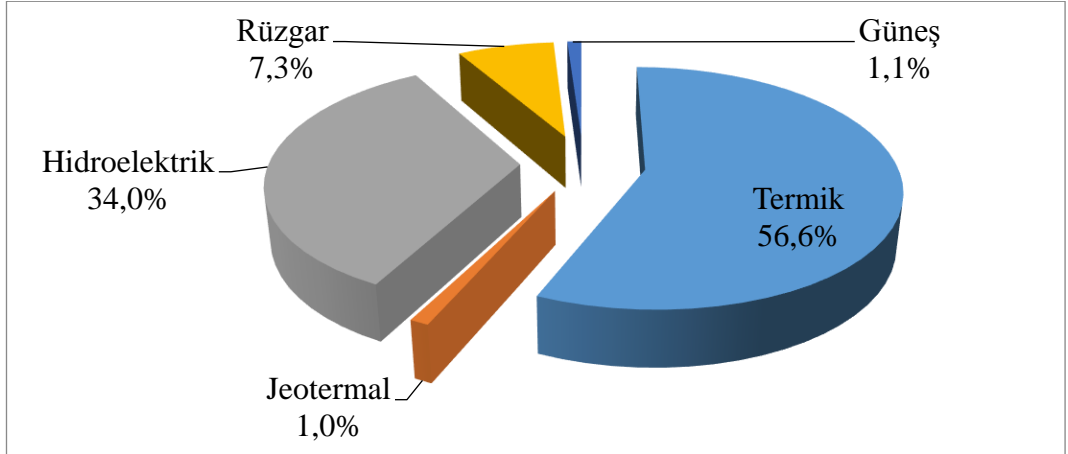
2017 yılı sonu itibariyle 85.200 MW’a ulaşan kurulu gücün, 46.926,5 MW’ı termik, 1.063,7 MW’ı jeotermal, 27.273,1 MW’ı hidrolik, 6.516,2 MW’ı rüzgâr, 3.420,7 MW’ı güneş enerjisi santrallerinden oluşmaktadır.



Şekil 2.2. 2017 yılı kurulu gücün kaynaklara göre yüzdesel dağılımı.

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi fosil yakıtlı termik santraller toplam kurulu gücün %55,1’ini oluşturmaktadır. Termik santrallerin en büyük kısmını 23.063,7 MW ile doğalgaz santralleri oluşturmaktadır (TEİAŞ, b).

2016 yılındaki kurulu güç ve bu kurulu gücün dağılımına bakacak olursak, 78.497,40 MW’lık kurulu gücün 44.411,60 MW’ı termik, 26.681,10 MW’ı hidrolik, 820,9 MW’ı jeotermal, 5.751,30 MW’ı rüzgâr ve 832,5 MW’ı güneş enerjisinden oluşmaktadır (TEİAŞ, b).



Şekil 2.3. 2016 yılı kurulu gücün kaynaklara göre yüzdesel dağılımı.

2016 yılında da kurulu gücün en büyük payı yine termik santrallerdedir. Termik santrallerin içinde 19.563,60 MW’ı doğalgaz santralleri oluşturmaktadır. 2016 ve 2017 yıllarında termik santralleri irdeleyecek olursak, 2016 yılında toplam kurulu

güç içindeki yüzdesi 56,6 olan termik santrallerin bir yıl sonra yüzde 55,1'e gerilediğini görmekteyiz. Hala çok büyük bir oran olmasına rağmen bu gerileme, termik santrallerin en büyük payını oluşturan doğalgaz santrallerinin enerji üretmesi için gerekli gazın ithalatının göreceli olarak azalması anlamına gelmektedir. Bu da dışa bağımlı enerji üretiminde gerçekleşen düşüş nedeniyle cari açığın bir miktar da olsa kapanması anlamına gelmektedir.

Çizelge 2.1. 2016 ve 2017 yılları kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı

	Termik	Hidroelektrik	Jeotermal	Rüzgâr	Güneş	Toplam
2016 Kurulu Güç (MW)	44.411,6	26.681,1	820,9	5.751,30	832,5	78.497,4
%	56,6	34,0	1,0	7,3	1,1	100
2017 Kurulu Güç (MW)	46.926,5	27.273,1	1.063,7	6.516,20	3.420,7	85.200,0
%	55,1	32,0	1,2	7,60	4,0	100

2017 yılında toplam kurulu güç %8,54 oranında artmıştır. Bu artışa en büyük katkı güneş santrallerinin olmuştur. Son 10 yıllık sürecin değerlendirilmesi ise aşağıdaki çizelgede gösterilmektedir (bkz. Çizelge 2.2):

Çizelge 2.2. 2007-2017 yılları arasında kurulu gücün kaynaklara göre dağılımı (TEİAŞ, b)

	Termik	Hidroelektrik	Jeotermal	Rüzgâr	Güneş	Toplam
2007 Kurulu Güç (MW)	27.271,6	13.394,9	169,2	-	-	40.835,7
%	66,7	32,8	0,4	-	-	100
2017 Kurulu Güç (MW)	46.926,5	27.273,1	1.063,7	6.516,2	3.420,7	85.200,0
%	55,1	32,0	1,2	7,6	4,0	100

2007 yılında Türkiye de kurulu gücü inceleyecek olursak termik kurulu güç 27.271,60 MW ile toplam kurulu gücün %66,7'sini oluştururken 2017 yılında termik kurulu gücün toplam kurulu güce payı %55,10'a düşmüştür. Yenilenebilir enerjiye olan talebin arttığı, rüzgâr ve güneş enerjisinin kurulu güce 10 yılda gözle görülür katkı

sağladığı görülmektedir. 10 yıllık süreçte Türkiye'nin kurulu gücünde %108,6'lık bir artış olmuştur.

Ayrıca, 10 yıllık süreçte kurulu güçte bu gelişmeler olurken, termik santrallerdeki düşüş de göze çarpmaktadır. Bu düşüşün kaynak bazlı analizi Çizelge 2.3'de verilmiştir.

Çizelge 2.4. 2007-2017 yılları arasında termik santrallerin yakıt bazlı karşılaştırılması (TEİAŞ, b)

	Kömür	Fuel Oil Nafta Motorin	Doğalgaz LPG	Yenilene- bilir Atık Isı	Çok Yakıtlı	Toplam
2007 Kurulu Güç (MW)	10.197,40	2.000,20	11.647,40	42,7	3.384,00	27.271,60
%	37,4	7,3	42,7	0,16	12,4	100
2017 Kurulu Güç (MW)	18.666,50	303,60	23.063,70	575,10	4.116,50	46.725,40
%	40	0,65	49,3	1,2	8,8	100

Çizelge 2.2'de termik santral kurulu toplam güç için verilen değerler Çizelge 2.3'tekinden farklı olduğu görülmektedir. Bu fark 201,1 MW'lık lisanssız termik santrallerden kaynaklanmaktadır. Çizelge 2.3'deki diğer yakıt cinslerine kıyasla doğalgaz ve LPG kaynaklı termik santrallerin kurulu gücünün 10 yıllık süreçte iki kat gibi bir artışla toplam termik santrallerin yarısını oluşturduğu görülmektedir. Kömür yakıtlı santrallerdeki artış %2,6 civarındadır. Burada bir diğer dikkat çeken husus ise Fuel-Oil, Nafta ve Motorin bazlı santrallerin kurulu güce katkısının azalmasıdır. Bu santrallerin sayısı gün geçtikçe azalmakta, yerine daha verimli ve yerli kaynak kullanarak enerji üreten santraller yapılmaktadır.

2.2 Enerji Üretim Tüketim Analizi

2.2.1 Enerji Üretimi

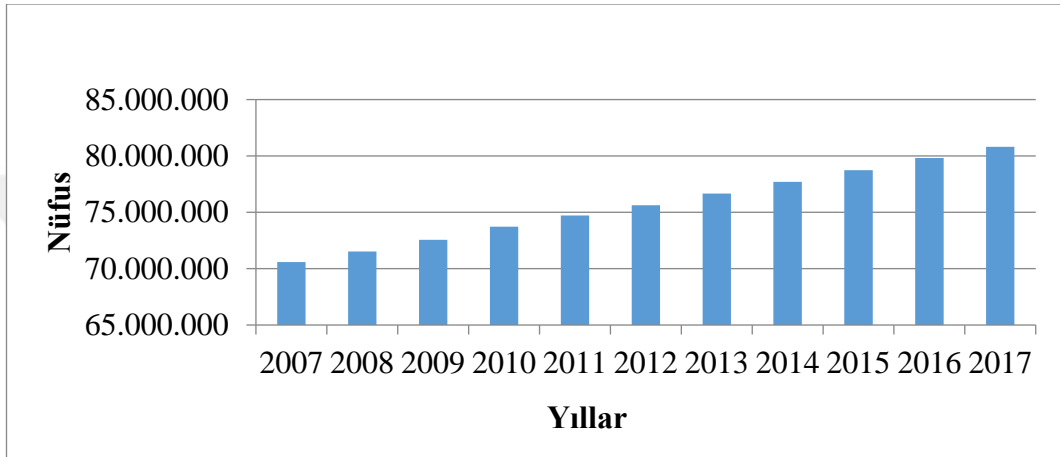
İkincil bir enerji kaynağı olan elektrik enerjisinin genel enerji içerisinde farklı bir yeri vardır. Çünkü elektrik enerjisi diğerleri gibi bir enerji kaynağı değil, enerji kaynaklarından değişik teknolojiler kullanılarak elde edilen bir enerji formudur. Günümüzde neredeyse bütün teknoloji ürünlerinin çalışması için ihtiyaç duyulan elektrik enerjisi enerjinin en nitelikli formudur ve kullanımı sırasında çevreyi kirletmemektedir. Bu nedenle, elektrik enerjisi, yüksek niteliği ve kullanımdaki üstünlükleri nedeniyle çok önemli bir enerji kaynağıdır. Elektrik enerjisi; aydınlatma, ısınma, soğutma, üretim ve benzeri pek çok önemli alanda kullanılmaktadır. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’de altyapı yatırımlarındaki gelişmelere paralel olarak elektrik tüketiminde yıllar itibariyle artış görülmüş ve aynı zamanda yıllar itibariyle ekonomik gelişmişlik seviyesinde de önemli artışlar gözlenmiştir. Ancak elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ülkelerin geliştirecekleri enerji politikaları için oldukça önemlidir. Burada dikkat edilmesi gereken husus ise elektrik tüketiminin ülkelerin ekonomik büyümesine engel teşkil edip etmeyeceğidir (Kar ve Kınık, 2008).

Kullandığı enerjinin çok önemli bir kısmını ithal eden bizim gibi ülkeler için arz çeşitliliği ve üretimi kendi kaynaklarını kullanarak yapabilmek önemlidir. Fosil yakıtlar gibi kaynakları sonlu yakıtların ülkelerin enerji üretiminde daha uzun yıllar kullanılacağı aşikârdır. Ancak, artan nüfus ve gelişen teknolojiyle birlikte artan elektrik tüketiminin karşılanmasında fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynaklarının yaygınlaştırılması gerekmektedir.

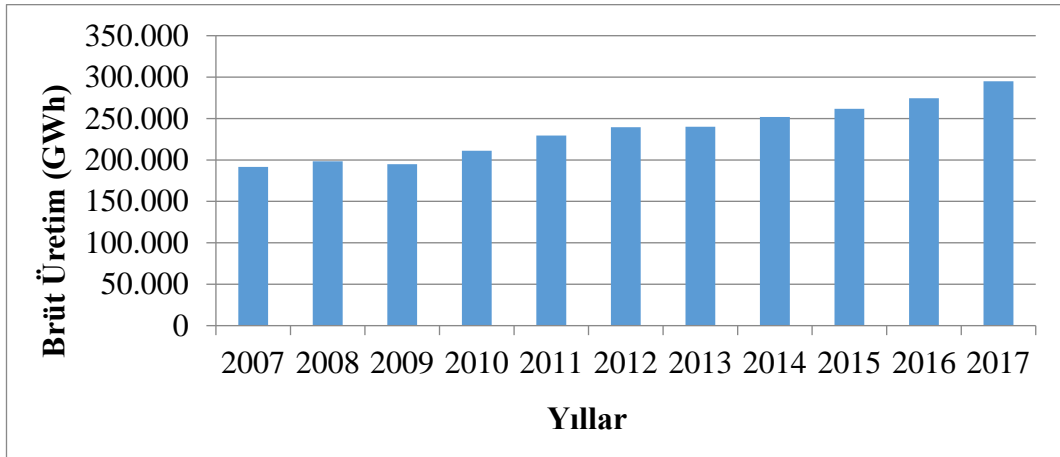
Brüt talep, bir ülkenin elektrik gerekliliği ya da görünen elektrik üretimi olarak da ifade edilen büyüklüktür ve brüt ulusal üretim ile ithal edilen elektrik enerjisi toplamından ihraç edilen enerji miktarı çıkarılarak bulunur. 2016 yılında brüt elektrik enerjisi talebi bir önceki yıla göre yaklaşık %5,1 oranında artarak 279.286,40 GWh’a ulaşmıştır. Bu talebe karşılık, ulusal üretim 274.407,70 GWh olarak gerçekleşirken, 6.330,30 GWh elektrik enerjisi ithal edilmiş, 1.451,70 GWh elektrik enerjisi de başka ülkelere ihraç edilmiştir (TEİAŞ, c). Enerji açığımızı kapatmak için ithalat yaptığımız

ülkelerin başında 4.587,0 GWh ile Bulgaristan gelmektedir. 1.039,30 GWh ile Gürcistan ikinci sırada, 635,8 GWh ile İran üçüncü sırada ve 68,3 GWh ile Yunanistan dördüncü sırada gelmektedir (TEİAŞ, c). Enerji ihracatımızın %99,5'lik kısmı Yunanistan'a yapılmaktadır. Geri kalan küçük kısım ise Suriye ve Bulgaristan'a gerçekleşmektedir (TEİAŞ, c).

2007-2017 yılları arasında nüfus artışı ve brüt elektrik üretimine dair veriler sırasıyla Şekil 2.4 ve 2.5'te sunulmaktadır.



Şekil 2.4. 2007-2017 yılları arasında nüfus artış grafiği (TÜİK).



Şekil 2.5. 2007-2017 yılları arasında brüt elektrik üretim değerleri (TEİAŞ, c).

2007-2017 yılları arasında nüfus %14,48 artarken, bu süreçte brüt elektrik üretimi %54 artmıştır. Bunun yanı sıra, 2007-2017 yılları arasında kurulu gücün

%108,64 artış gösterdiği görülmektedir. Bu veriler, geçen 10 yıllık süreçte Türkiye nüfusu artarken elektrik üretimi ve kurulu gücün çok daha yüksek bir hızla arttığını göstermektedir. Elektrik üretimi ve kurulu güçteki bu hızlı artış, son yıllarda enerji arz güvenliğinin sağlanmasına verilen önem ve teknolojik gelişmelerin elektrik tüketimini artırmasıyla açıklanabilir.

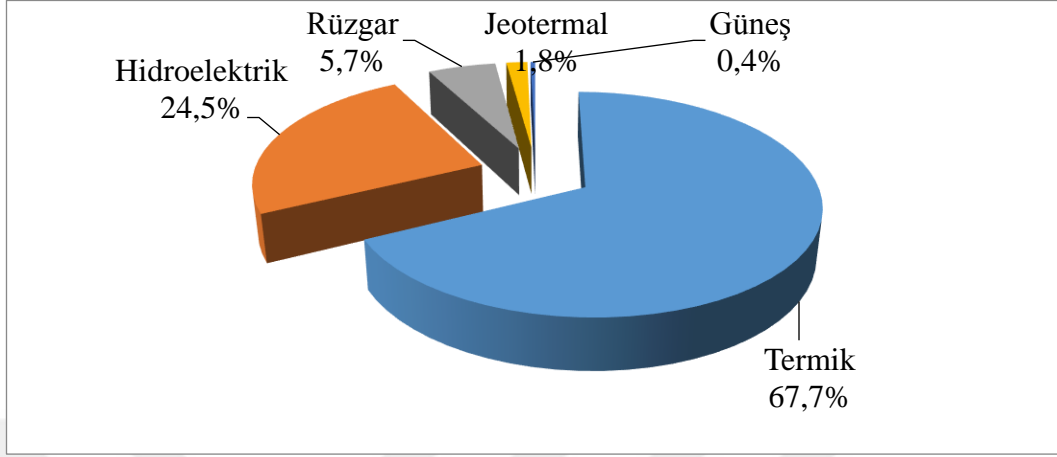
Çizelge 2.5. 2006-2017 yılları arasında yıllık kurulu güç, brüt üretim, kişi başına kurulu güç ve brüt üretim değerleri (TEİAŞ, c)

Yıllar	Toplam Kurulu Güç (MW)	Üretilecek Maksimum Enerji (GWh)	Brüt Üretim (GWh)	Kapasite Kullanım Oranı (%)	Kişi Başına Kurulu Güç (W)	Kişi Başına Brüt Üretim (kWh)
2006	40.564,80	355.347,7	176.299,8	49,61	549	2.385
2007	40.835,70	357.720,7	191.558,1	53,55	579	2.714
2008	41.817,20	366.318,7	198.418,0	54,17	585	2.774
2009	44.761,20	392.108,1	194.812,9	49,68	617	2.685
2010	49.524,10	433.831,1	211.207,7	48,68	672	2.865
2011	52.911,10	463.501,2	229.395,1	49,49	708	3.070
2012	57.059,40	499.840,3	239.496,8	47,91	754	3.167
2013	64.007,50	560.705,7	240.154,0	42,83	835	3.132
2014	69.518,80	608.984,7	251.962,8	41,37	895	3.243
2015	73.146,70	640.765,1	261.783,3	40,85	929	3.325
2016	78.497,40	687.637,2	274.407,7	39,91	984	3.438
2017 (TÜRKOTED)	85.200,00	746.352,0	295.510,6	39,59	1.054	3.656

Çizelge 2.4'te verilen 2006-2017 yılları arasında toplam kurulu güç, brüt üretim, kişi başına kurulu güç ve kişi başına brüt üretim değerlerindeki değişimler 2006 yılında kişi başına düşen kurulu güç kapasitesi 549 W iken 2017 yılına gelindiğinde 1.054 W'a çıktığını göstermektedir. Son yıllarda lisanssız yenilenebilir enerji santrallerinin devreye girmesiyle hem kişi başına düşen kurulu kapasite de hem de brüt elektrik üretiminde yüksek bir artış oranı sağlanmıştır.

Türkiye'nin 2016 yılı elektrik üretiminin yüzdesel dağılımı Şekil 2.6'da verilmiştir. Buna göre, Türkiye'de üretilen elektrik enerjisinin %67,7'si fosil yakıt kaynaklı termik santrallerden, %24,5'i hidrolik santrallerden, %5,7'si rüzgârdan,

%1,8'i jeotermal, %0,4'ü güneş santralleri tarafından karşılanmaktadır (TEİAŞ, c). Termik santrallerde ise en büyük pay %56,68 oranla doğalgaz santrallerine aittir (Türkiye Enerji Atlası, a).



Şekil 2.6. 2016 yılı elektrik üretiminin yüzdesel dağılımı.

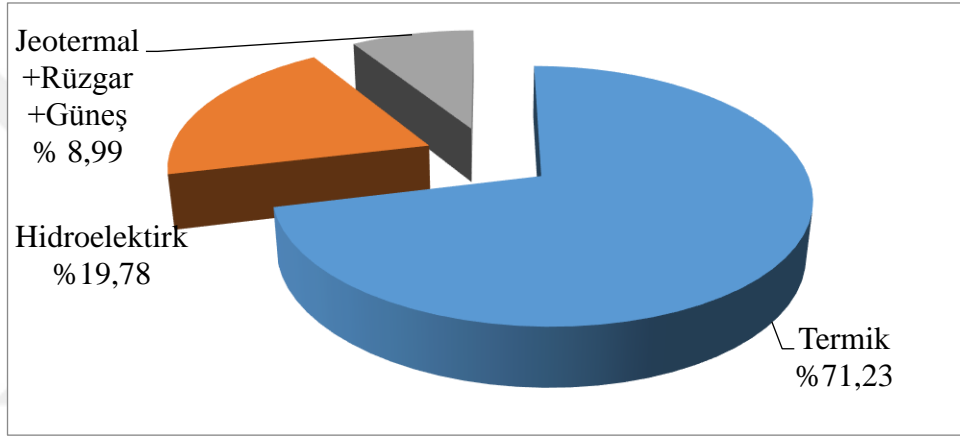
Çizelge 2.5'te santrallerin GWh olarak üretim değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.6. 2016 yılı santrallerin üretim miktarları ve yüzdesel katkıları (TEİAŞ, c)

Kaynak	Üretim (GWh)	Katkısı (%)
Termik Santraller	185.798,10	67,7%
Hidrolik Santraller	67.230,90	24,5%
Rüzgâr Santralleri	15.517,10	5,7%
Jeotermal	4.818,50	1,8%
Güneş Santralleri	1.043,10	0,4%
Toplam	274.407,70	100,0%

Kaynak cinslerine göre 2016 yılında santrallerin üretimleri incelendiğinde, rüzgâr, güneş ve jeotermal santrallerinin toplam payının %7,8 olduğu görülmektedir. Bu kaynakların üretim değerlerinin mevsim bazlı değişkenlik gösterdiği düşünülürse yenilenebilir enerji kaynaklarının ciddi derecede katkı sağladığı görülmektedir. Hidrolik santraller de eklendiğinde toplam üretimin %30'undan fazlasını yenilenebilir kaynakların oluşturduğu görülmektedir.

2017 yılı elektrik üretiminin yüzdesel dağılımı Şekil 2.7’de verilmiştir. Buna göre, 2017 yılında Türkiye’de üretilen elektrik enerjisi içerisinde fosil yakıt kaynaklı termik santraller %71,23 oranına yükselmiş, hidroelektrik santrallerin üretimi %19,78’e düşmüş, yenilenebilir enerji olan jeotermal, rüzgâr ve güneş enerjisinden olan üretimin artarak %8,99 oranına yükseldiği görülmektedir. 2017 yılında hidrolik santrallerin elektrik enerjisi üretiminin düşmesinin temel sebebi 2016 yılında hidrolik santrallerin kaynağı olan suyun plansız ve fazla tüketilmiş olması ve 2017 yılının nispeten kurak geçmesidir. Termik santrallerde ise en büyük pay yine doğalgaz santrallerinde olup, bir önceki seneye oranla bir miktar azalma göstererek payı %51,38 olmuştur.



Şekil 2.7. 2017 yılı elektrik üretiminin yüzdesel dağılımı (TÜRKOTED).

Çizelge 2.6’da 2017 yılında santrallerin GWh olarak gerçekleşen üretim değerleri verilmiştir.

Çizelge 2.6. 2017 yılı santrallerin üretim miktarları ve yüzdesel katkıları (TÜRKOTED)

Kaynak	Üretim (GWh)	Katkısı (%)
Termik Santraller	210.497,98	71,23
Hidrolik Santraller	58.450,00	19,78
Rüzgâr Santralleri Jeotermal+ Güneş Santralleri	26.562,63	8,99
Toplam	295.510,61	100,00

2016 yılında, 2017 yılına dair yapılan tahminler, termik santrallerden 235.900 GWh, hidrolik santrallerden 76.800 GWh, rüzgâr santrallerinden 16.300 GWh, jeotermal santrallerden 5.800 GWh ve güneş santrallerinden 300 GWh olmak üzere toplam 335.100 GWh'lik bir üretim beklentisi ortaya koymuştu (TEİAŞ, 2016). Ancak 2017 yılında gerçek üretimin bu doğrultuda gerçekleşmediği görülmüştür. 2017 yılında, yenilenebilir santrallerde beklentinin üzerinde üretim olurken, üretim kapasitenin altında kalan en büyük kaynak hidrolik santraller olmuştur. Söz konusu yıl için toplam üretim tahmin edilenin %11,81 altında gerçekleşmiştir. Özellikle, hidrolik santrallerin kaynağı olan suyun plansız kullanılması ve yılın kurak geçmesi sebebiyle hidroelektrik üretim beklentinin %26,5 altında gerçekleşmiştir.

Ek olarak, üretim tesislerinin Doğu ve Güney Doğu bölgelerinde toplanmış olmasına rağmen tüketimin büyük kısmının Batı'da yapıyor olması üretilen elektriğin uzun mesafeler boyunca iletilmesini gerektirmektedir. Bu da eskimiş ve yeterli yatırım yapılmayan hatlar nedeniyle göreceli olarak yüksek iletim ve dağıtım kayıplarını oluşturmaktadır. İletim ve dağıtım hatlarını geliştirmenin yanı sıra sanayileşmenin ve nüfusun orantılı bir şekilde tüm ülkeye dağılmasının sağlanması elektrik üretim kaynaklarımızdan sağladığımız enerjinin daha verimli kullanılması anlamına gelecektir.

Türkiye'de artan enerji talebini karşılamak ve enerji sektörünün fonksiyonlarını geliştirmek amacıyla, özel sektör yatırımlarını sektöre kanalize etmek için "Yap-İşlet- Devret", "Yap İşlet" ve "İşletme Hakkı Devri" gibi modeller vasıtasıyla yatırım teşvik edilmektedir (Atılgan, 2000). Türkiye'de mevcut elektrik üretiminin %83,05'i özel sektör tarafından bu yatırım modelleri ile gerçekleştirilmektedir. Kamu kuruluşu olan EÜAŞ tarafından %16,95'lik bir katkı

sağlanmaktadır. Özel sektör enerji üretimi bakımından en büyük pay %61,23'lük oranla serbest üretim şirketlerine aittir (TEİAŞ, c).

2016 yılındaki brüt enerji üretiminin kuruluşlara göre dağılımı Çizelge 2.7'de verilmiştir.

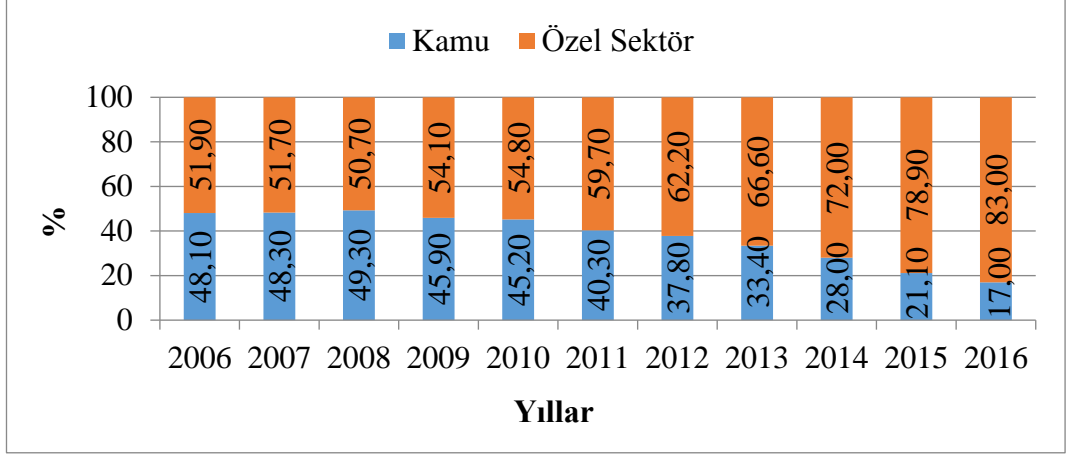
Çizelge 2.7. 2016 yılı elektrik üretiminin kuruluşlara göre dağılımı

Kuruluşlar	Üretim (GWh)	Katkı (%)
EÜAŞ	46.509,20	16,95
İşletme Hakkı Devri	5.342,40	1,95
Yap İşlet	40.922,10	14,91
Yap İşlet Devret	12.147,40	4,43
Serbest Üretim Şirketi	168.025,20	61,23
Lisanssız	1.461,50	0,53
Toplam	274.407,70	100

Çizelge 2.8'de görüldüğü üzere, 2017 yılında da bu dağılımda dikkat çekici bir değişiklik olmamış ve yine en büyük üretim payı özel üretim şirketlerinin olmuştur.

Çizelge 2.8. 2017 yılı elektrik üretiminin kuruluşlara göre dağılımı (TÜRKOTED)

Kuruluşlar	Üretim (GWh)	Katkı (%)
EÜAŞ	47.092,84	15,94
İşletme Hakkı Devri	5.830,25	1,97
Üretim Şirketleri	239.672,26	81,10
Lisanssız	2.915,26	0,99
TOPLAM	295.510,61	100



Şekil 2.8. 2006-2016 yılları arası elektrik üretiminin sektörel dağılımı (ETKB, 2017).

Şekil 2.8’de 2006-2016 yılları arasında kamu ve özel sektörün elektrik üretim yüzdeleri verilmiştir. 2006 yılında neredeyse yarı yarıya olan oranın, 2016 yılına gelindiğinde özel sektör lehine %83’e çıktığı görülmektedir. Geçen bu sürede, kamunun üretimden ziyade iletim ve piyasa dengesini sağlayan otorite haline gelmesi, üretim şirketlerinin kapasitelerini artırması ve lisanssız santrallerin kurulu güce katılması bu oranın özel sektör yönünde değişmesinde önemli rol oynamıştır

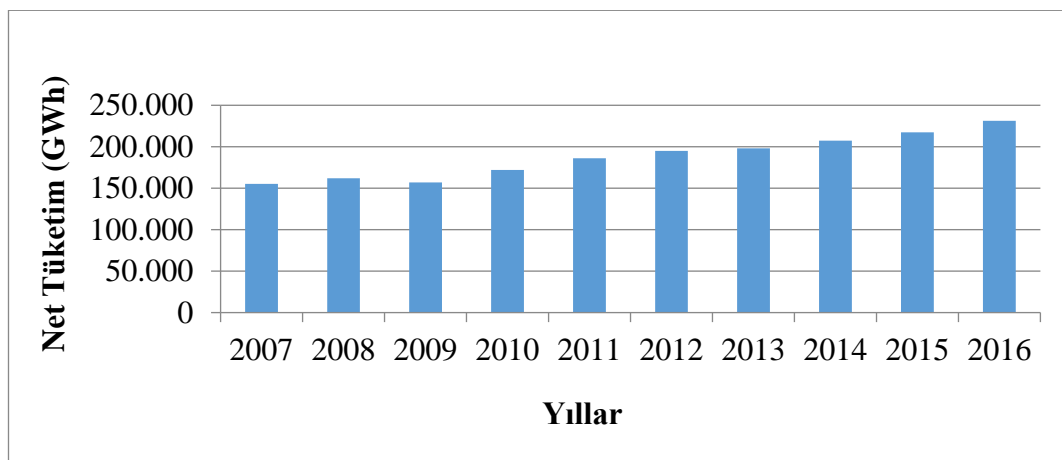
2.2.2 Enerji Tüketimi

Kişi başına elektrik tüketimi, günümüzde bir ülkenin gelişmişliğinin en önemli göstergelerinden birisidir. Elektrik tüketimi uzun dönemde; ekonomik gelişim, nüfus artışı, sanayi gelişimi vb. makro etkenlere bağlı olarak değişmektedir. Kısa dönemlerde ise; mevsimlere, haftanın günlerine ve gün içerisindeki saatlere göre ciddi oranlarda değişim göstermektedir. Kısa dönemli elektrik tüketim değişimi; öncelikle sıcaklık, nem, güneşlenme süresi vb. mevsimsel/hava etkenlerine ve tatil/bayram günleri, mesai saatleri, televizyon programları vb. sosyal etkenlere bağlıdır. Bu faktörlerin, tüketime etkileri açısından benzeşen yönleri var olmakla birlikte tamamen farklı yönlerinden de söz etmek mümkündür.

Bazı sektörlerdeki elektrik tüketiminin yapısına kısaca bakılacak olursa;

- Sanayi elektrik tüketiminin mevsimsel değişimi diğer sektörler göre yok denecek kadar az seviyededir. Yılın hemen tüm mevsimlerinde elektrik tüketiminde ısıtma ve soğutmadan kaynaklı çok az değişim görülür. Sanayi tüketiminde değişime neden olan ana etkenler genellikle ekonomiktir.
- Ticarethane elektrik tüketimi yaz ve kış aylarında değişir. Değişim çok büyük bir oranı teşkil etmese de yazın gerçekleşen tüketim kışa göre biraz daha fazladır.
- Mesken elektrik tüketiminin mevsimsel değişimi diğer sektörler göre oldukça yüksektir. Elektrik özellikle yaz ve kış aylarında iklimlendirme ihtiyacı için kullanılır. Yaz aylarında soğutma ihtiyacı nedeniyle kullanılan klimalar yaz dönemi elektrik tüketimini ciddi miktarda artırmaktadırlar. Kış döneminde ısınma ihtiyacı nedeniyle kullanılan klima, elektrikli ısıtıcı vb. cihazlar nedeniyle de elektrik tüketimi artmaktadır. Kış dönemi elektrik ihtiyacını, yaz döneminden ayıran önemli bir nokta ısınma ihtiyacının ısıtıcılar yanı sıra doğal gaz, kömür, odun ve diğer kaynaklarla ikame edilebilir olmasıdır. Yazın ise elektrikli soğutucuları ikame edebilecek farklı kaynak/yöntemden söz etmek pek mümkün değildir.
- Tarımsal sulama elektrik tüketimi, diğer tüketim sektörlerine göre düşüktür. Ancak sulama ihtiyacına bağlı olarak mevsimsel değişim çok yüksektir (EİGM, 2015).

2007-2016 yılları arasında net elektrik tüketim grafiği Şekil 2.9'da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. 2007-2016 yılları arasında net elektrik tüketim grafiği (TEİAŞ, c).

Önceki bölümde gösterilen 2007-2017 yılları arasında nüfus artış grafiğinde görüldüğü gibi (Şekil 2.4) 10 yıllık süreçte nüfus yüzde 14,48 artarken, elektrik tüketimi 2007-2016 yılları arasında yüzde 49,03 artmıştır. Gelişen ekonominin ve yukarıda verilen parametrelerin de etkisiyle ihtiyaç duyulan elektrik miktarı nüfusa oranla daha fazla artış göstermiştir.

2007-2016 yılları arası arz-şebeke kaybı-net tüketim değerleri Çizelge 2.9'da verilmiştir. Burada, "arz" olarak tanımlanan büyüklük; yurtiçinde üretilen net üretim miktarına ithal edilen elektriği ekleyip, ihraç edilen miktarı çıkarınca kalan değerdir. Net tüketim olarak tanımlanan büyüklük ise; Türkiye piyasasına arz edilen elektrikten, şebeke kayıplarını çıkardığımızda kalan elektrik enerjisidir.

Çizelge 2.9. 2007-2016 yılları arası arz-şebeke kaybı-net tüketim değerleri (TEİAŞ, c)

	Arz (GWh)	Şebeke Kaybı (GWh)	Net Tüketim (GWh)
2007	181.178,80	26.043,60	155.135,20
2008	189.429,10	27.481,50	161.947,60
2009	185.885,50	28.991,40	156.894,10
2010	202.272,30	30.221,70	172.050,60
2011	218.468,90	32.369,40	186.099,50
2012	230.580,40	35.657,00	194.923,40
2013	235.179,70	37.134,50	198.045,20
2014	244.706,10	37.331,00	207.375,10
2015	253.840,60	36.528,40	217.312,20
2016	266.829,50	35.625,80	231.203,70

Çizelge 2.9'daki veriler piyasaya arz edilen elektrik ve net tüketim değerlerinin yıldan yıla arttığını göstermektedir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken husus şebeke kayıplarının da her yıl arz ile birlikte artmış olmasıdır. Arz edilen elektriğin her yıl yüzde 10'dan fazlası şebeke kaybı olarak boşa gitmektedir.

Şebekelerde işletmede karşılaşılan çeşitli nedenlerden dolayı kayıpları minimum yapacak yük dağılımı her zaman gerçekleştirilememektedir. Bununla beraber, şebeke kayıplarının azaltılması için çeşitli önlemler alınabilir. Bunlar işletme geriliminin yükseltilmesi, hatların boşa bekletilmemesi, iletim hatlarında uygun

malzemelerin kullanılması, kablo ve kondansatör yalıtkanlarının uygun seçilmesi, reaktif güç kompanzasyonu, çift devreli hatların eşit olarak yüklenmesi ve transformatörlerin, motorların ihtiyaca uygun olarak seçilmesi şeklinde sıralanabilir (Güney, 1989).

Çizelge 2.10’da sunulan veriler 2006-2016 yılları arasında kişi başına net tüketimin %49,6 oranında arttığını göstermektedir. Burada dikkat edilmesi gereken husus kişi başına düşen arz ve taleplerin değişimidir. Çünkü 2016 yılına gelindiğinde üretim santrallerinin artması ve yenilenebilir santrallerin devreye girmesiyle kişi başına düşen brüt talebi karşılayacak hatta üzerine çıkacak bir kişi başı arz miktarı beklenmektedir. Ancak bu gerçekleşmemiş aksine aradaki fark gittikçe açılmıştır.

Çizelge 2.10. 2006-2016 yılları arasında toplam kişi başına arz, kişi başına brüt talep, kişi başına net tüketim değerleri (TEİAŞ, c)

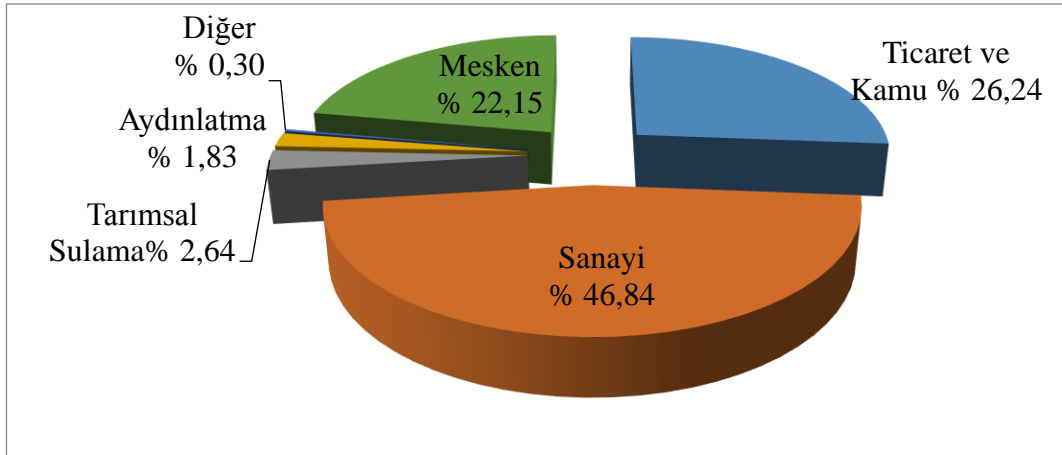
Yıllar	Kişi Başına Arz (kWh)	Kişi Başına Brüt Talep (kWh)	Kişi Başına Net Tüketim (kWh)
2006	2.272	2.363	1.936
2007	2.575	2.692	2.198
2008	2.649	2.770	2.264
2009	2.562	2.675	2.162
2010	2.744	2.854	2.334
2011	2.924	3.082	2.490
2012	3.049	3.205	2.577
2013	3.068	3.213	2.583
2014	3.150	3.311	2.669
2015	3.224	3.375	2.760
2016	3.343	3.499	2.897

Türkiye’de kişi başına elektrik tüketim hedeflerini gösteren veriler Çizelge 2.11’de verilmiştir. UEA üyesi olan 29 ülkenin 2016 yılı ortalaması 9.900 kWh’dir. Buna göre, Türkiye’nin UEA üyelerinin ortalama kişi başı elektrik tüketimine 2040’larda ulaşması öngörülmektedir. Türkiye, elektrik tüketimini hızla artırmak kadar; enerji verimliliğini artırmayı ve enerji yoğunluğunu düşürmeyi de hedeflemelidir (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018).

Çizelge 2.11. Türkiye'nin hedeflenen kişi başına yıllık enerji tüketimi (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018)

Yıl	Hedeflenen Kişi Başına Yıllık Enerji Tüketimi
2017	3.690 kWh (Gerçekleşen-Geçici)
2020	4.800-5.000 kWh
2023	5.550-6.000 kWh
2030	>7.000 kWh
2040	>8.000 kWh

Görüldüğü gibi elektrik tüketimi sürekli artış göstermiştir ve artmaya da devam edecektir. Çünkü elektrik enerjisi günlük yaşantımızın olmasa olmaz bir parçası haline gelmiştir. En önemli ikincil enerji kaynağı olan elektrik enerjisi ortalama %96 dönüşüm verimi ile kullanılmaktadır (Kılış ve Özgür, 2018). Bu da elektrik enerjisini ekserjik bakımdan çok yüksek kılmaktadır. Yararlı iş kapasitesi bu kadar yüksek olan elektrik enerjisi şebeke kayıpları, özellikle kamu kurum ve kuruluşlarında gereksiz kullanım ve israf ile boşa harcanmaması gereken kıymetli metallerdendir. Şekil 2.10'da net tüketimin sektörel dağılımı verilmiştir.



Şekil 2.10. 2016 yılı elektrik tüketiminin sektörel dağılımı (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018).

2016 yılında 231.203,70 GWh'lik net tüketim içerisinde en büyük payı 108.295,81 GWh ile sanayi almaktadır. Bunu %26,24 oranla ticaret ve kamu, %22,15 oranla meskenler izlemektedir. Diğer kalemlerin tüketim oranları bütün içerisinde oldukça düşüktür.

2.3 Yenilenebilir Enerji Payı

Bu bölümde güneş enerjisi dışında kalan yenilenebilir enerji kaynakları incelenecektir. Güneş enerjisi bir sonraki bölümde detaylı olarak incelenecektir.

Türkiye bulunduğu coğrafya gereği yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengindir. Bu değerlendirme hem çeşitlilik hem de miktar bakımından geçerlidir. Ülkemizde potansiyeli yüksek yenilenebilir enerji kaynakları; hidroelektrik, rüzgâr, güneş, jeotermal ve biyokütledir.

Bu kısımda, yenilenebilir enerjinin tüm kurulu güç içindeki payına, toplam üretimdeki payına, tüketimdeki payına ve her bir yenilenebilir kaynağın yukarıdaki parametreler cinsinden karşılaştırılmasına ve potansiyellerine yer verilecektir.

Çizelge 2.12. 2007-2017 yılları arası yenilenebilir kaynakların kurulu gücü (biyokütle hariç) ve toplam kurulu güce oranı (TEİAŞ, b)

Yıl	Yenilenebilir Kaynak Toplam Kurulu Güç (MW)	%
2007	13.564,10	33
2008	14.222,20	34
2009	15.422,10	34
2010	17.245,60	35
2011	18.980,00	36
2012	22.033,80	39
2013	25.359,50	40
2014	27.718,00	40
2015	31.243,70	43
2016	34.085,80	43
2017	38.273,70	45

2007-2017 yılları arası Türkiye’de yenilenebilir kaynakların kurulu gücü ve toplam kurulu güce oranı Çizelge 2.12’de verilmektedir. Buna göre, 2017 yılı sonu itibariyle toplam kurulu gücün %44,9’unu yenilenebilir kaynaklar oluşturmaktadır.

Çizelge 2.12’de gösterildiği üzere, yenilenebilir kaynakların kurulu güçleri her yıl arttığı gibi, toplam kurulu güç içindeki payları da artmaktadır. Bu da fosil yakıt kaynaklı termik santraller yerine yenilenebilir kaynaklara yönelme durumunu göstermektedir. Dünyada ve ülkemizde fosil yakıtların azalması ve çevreye verdiği zararlar göz önüne alındığında, yenilenebilir enerjiye olan ilginin artmakta ve ülkelerin yürüttükleri enerji politikalarının da temiz enerjiye doğru kaydığı görülmektedir.

Türkiye’nin kaynak bazlı yenilenebilir enerji kurulu güç, yıllık elektrik enerjisi potansiyeli Çizelge 2.13’te verilmektedir.

Çizelge 2.13. Değerlendirilebilecek yenilenebilir kaynaklara dayalı elektrik üretim teknik potansiyeli (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018)

Kaynak Türü	2017 Yılı Sonu Kurulu Güç (MW)	Geri Kalan Potansiyel (GWh/yıl)	Yapılabilir Güç (MW)
Hidroelektrik	27.273	65.271	19.197
Rüzgâr	6.516	115.732	41.333
Güneş	3.421	392.303	174.357
Jeotermal	1.064	6.666	936
Biyokütle	634	33.150	11.366
Yenilenebilir Toplam	38.908	613.122	247.189

Yukarıdaki veriler doğrultusunda; 2017 yılı sonu itibariyle 85.200 MW’a ulaşan mevcut kurulu gücümüzün yaklaşık üç katı kadar yenilenebilir güç potansiyelimiz mevcuttur. Bu potansiyel hayata geçirildiği takdirde her yıl ihtiyaç duyduğumuz elektrik enerjisi yenilenebilir kaynaklardan üretilebilir ve hem çevreye hem de ülke ekonomisine kayda değer katkı sağlanabilir.

2.3.1 Hidroelektrik Enerjisi

Türkiye'nin yenilenebilir kaynakları içinde en büyük kurulu güce sahip kaynak türü hidroelektrik enerjisidir. Ülkemizin potansiyeli teorik olarak 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise 216 milyar kWh olarak hesaplanmıştır (DSİ). 2017 yılı sonu rakamlarına göre 27.273,10 MW'a ulaşan 628 hidroelektrik santralinin, 19.776,0 MW'ı barajlı, 7.489,70 MW'ı akarsu yataklarına yapılan, 7,4 MW'ı ise lisanssız santrallerden oluşmaktadır (TEİAŞ, a). 2017 itibarı ile hidroelektrik kurulu gücünün toplam kurulu güç içindeki payı %32, toplam brüt üretim içindeki payı ise %19,6 olmuştur. 2017 yılında lisans alan projeler 4.975,60 MW, lisans alması uygun bulunan projeler 2.291,21 MW olmak üzere toplam 34.539,91 MW kurulu güç faal durumda, yapım ve yapım öncesi süreçlerindedir. Ön lisans almak üzere EPDK'ya başvuran ve 4.164,80 MW'lık bölümü ön lisans almış bulunan 4.312,80 MW'lık kapasite de eklendiğinde toplam hidroelektrik proje stoku 38.852,71 MW'a ulaşmaktadır. Bu rakamlar, proje stokunun Türkiye'nin mevcut hidroelektrik potansiyelinin yüzde seksenini aşan bir kapasiteye ulaştığını göstermektedir. Bazı değerlendirme sonuçlarına göre, su kaynakları yakınlarındaki yapılaşma, barajların su temini amacıyla kullanımı, iklim değişikliğinin su rejimlerini olumsuz etkilemesi, kuraklıklar vb. nedenlerle, kullanılabilir hidroelektrik potansiyeli daha düşüktür (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018).

2.3.2 Rüzgâr enerjisi

Türkiye'nin yenilenebilir enerjideki en büyük ikinci kurulu gücü rüzgâr enerjisindedir. Türkiye'nin toplam rüzgâr enerjisi potansiyeli Çizelge 2.14'de verilmiştir. Türkiye'nin rüzgâr enerji potansiyeli, belirlenmiş kriterlerin ışığında rüzgâr sınıfı iyi ile sıra dışı arasında 47,849.44 MW olarak hesaplanmıştır. Bu alanlar Türkiye'nin toprak toplamının %1,30'una denk gelmektedir. Türkiye'nin toplam rüzgâr enerjisi potansiyelinin 37.386,16 MW'ı karasal alanlarda, 10.463,28 MW'ı ise denizlerde bulunmaktadır (Türkyılmaz, 2008). Rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2017 yılsonu itibarıyla 161 lisanslı ve 46 lisanssız santralle birlikte toplamda 6.516,20 MW'a ulaşmış, üretim kapasitesi 18.741 GWh olmuştur (TEİAŞ, a). Bu verilere göre, 2017 yılı toplam kurulu güç içinde rüzgâr enerjisinin payı %7,65 olurken, toplam brüt

üretim katkısı ise %6,34 olmuştur. Temmuz 2017 itibarıyla lisans alan ve yatırım sürecindeki projelerin toplamı 4.231,60 MW'tır. Lisans başvurusu uygun bulunan 247 MW, ön lisans almış olan 1.083 MW ve yarışma ihalelerinden gelecek olan 3.000 MW ve 1.000 MW YEKA eklendiğinde, toplam 16.077,80 MW bir proje stoku mevcuttur.

Çizelge 2.14. Türkiye'nin toplam rüzgâr enerjisi potansiyeli (Türkyılmaz, 2008)

Rüzgâr Hızı (m/s)	Rüzgâr Gücü Yoğunluğu (W/m ²)	Toplam Kapasite (MW)
7,5-8,0	400-500	29.259,3
8,0-8,5	500-600	12.994,3
8,5-9,0	600-800	5.399,9
>9,0	>800	195,8

REPA'ya göre rüzgâr sınıfı iyi ile sıra dışı arasındaki kapasite 47.849,44 MW'tır. Buna göre toplam proje stoku, potansiyelin yalnız üçte birine tekabül etmektedir (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018).

2.3.3 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerjide Türkiye, 2017 yılı sonu itibarıyla 40 adet santralle birlikte 1.063,7 MW kurulu güce ulaşmıştır (TEİAŞ, a). Bu santrallerle jeotermal enerji kurulu güce %1,25, toplam brüt elektrik üretimine ise %1,94'lük katkı yapmıştır. Bunun yanında, Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli teorik olarak 31.500 MW olarak tahmin edilmektedir. İspatlanmış fiili kullanılabilir teknik kapasite 4.078 MWt olup, bu kapasitenin halen %34'ü (1.306 MWt) kullanılmaktadır. Elektrik üretimine uygun teknik potansiyel ise 600 MWe olarak kabul edilmekteydi, ancak İTÜ Enerji Enstitüsü, yapılacak yeni saha araştırma ve sondaj çalışmalarıyla, bu rakamın 2.000 MWe'a yükseltilebileceğini öngörmüştür (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018). Lisans alan ve yatırım sürecinde olan jeotermal elektrik santrallerinin kurulu gücü 229,60 MW'tır. 543,70 MW'lık bölümü ön lisans almış toplam 591,70 MW proje de ön lisans sürecindedir. Yaklaşık 150-200 MWe için de arama, saha çalışmaları devam etmektedir (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018).

2.3.4 Biyokütle

Atık biyokütlelerden ısı ve elektrik enerjisi üretimi, atıkların bertarafına da katkıda bulunmaktadır. Bunun da etkisiyle günümüzde, birçok ülkede atık biyokütleden enerji üretimi yaygın olarak gerçekleştirilmektedir. Türkiye’de toplamda 100 santralde 634,2 MW kurulu güç bulunmaktadır (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018). Bunun yanında Türkiye Biyokütle Enerji Atlasına göre kurulabilecek santral gücü 12.000 MW, toplam üretim kapasitesi ise yıllık 35.000 GWh olarak hesaplanmıştır. Ülkemizde çorak, tarıma uygun olmayan geniş araziler mevcuttur. Bu sahalarda, toprağın ve bölgenin yapısına uygun enerji bitkilerinin yetiştirilmesi ile yıllık 35.000 GWh olarak belirtilen kapasitenin çok daha üstüne çıkılması söz konusudur.

Tüm bu yatırımların çevreyi koruyucu etkilerinin yanı sıra kırsal kesimdeki istihdamı artırıcı etkileri de dikkate alınmalıdır (Aytaç ve Türkyılmaz, 2018).

2.4 Orta ve Uzun Vadeli Projeksiyonlar

Türkiye’deki ekonomik ve sosyal gelişmelere dayanılarak gelecek yıllarda elektrik enerjisine olan talebin artacağı öngörülmektedir. Bu talep artışına cevap verebilmek için devlet belirli senaryolar hazırlayıp üretim ve tüketim tahminleri yapmıştır. Bu tahminler doğrultusunda gelecek 10 yıllık enerji planlaması yapılmıştır.

Enerji Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2015-2019 yıllarını kapsayan stratejik planında elektrik enerjisi üretiminde kaynak çeşitliliği, ülkemizin sahip olduğu kaynakların daha verimli bir şekilde kullanılması, dışa bağımlılığın azaltılması gibi hedefler yer almaktadır. Bu bağlamda enerji üretmek için ülkemizde en çok kullanılan birincil enerji kaynağı doğal gazda dışa bağımlılığımız ve tedarik riski bulunmasından dolayı 2019 dönemi sonuna kadar elektrik üretimindeki payının %38’ler seviyesine indirilmesi hedeflenmiştir. Bunun yanında, sahip olduğumuz kaynakları en verimli şekilde kullanma kapsamında yerli kömür kaynaklarının elektrik üretimindeki payının artırılması ve bu bağlamda yerli kömür kaynaklı elektrik üretiminin yıllık 60 GWh’lik üretim düzeyine çıkartılması hedeflenmiştir. Bunun yanında ülkemiz yenilenebilir kaynaklar bakımından oldukça zengin bir bölgededir. Bu kaynakların elektrik üretimine katkısının artırılması kaynak çeşitliliği sağlanması açısından önemlidir.

Ülkemiz kendi kaynaklarını kullanma oranını artırdıkça dışa bağımlılık da azalacaktır. Yenilenebilir enerjinin teşvikinde, YEKDEM faaliyetlerine devam edilecektir. Yenilenebilir kaynaklar bakımından stratejik hedefler Çizelge 2.15’te verilmiştir (ETKB, 2015).

Çizelge 2.15. Yenilenebilir kaynak türünde 2019 kurulu güç hedefleri (ETKB, 2015)

Kaynak Türü	Kurulu Güç Hedefleri (MW)
Hidroelektrik	32.000
Rüzgâr Enerjisi	10.000
Güneş Enerjisi	3.000
Jeotermal Enerji	700
Biyokütle	700

Bu hedeflere ek olarak, nükleer enerjinin de elektrik üretimine katkıda bulunması sağlanacak ve Akkuyu, Sinop ve bir üçüncü nükleer santralin çalışmalarına başlanacaktır. Ülkemiz uranyum ve toryum kaynaklarının ve bu kaynaklara dayalı yerli nükleer sanayi politikasının belirlenerek yol haritasının hazırlanması da söz konusu strateji belgesinde yer almaktadır (ETKB, 2015).

Türkiye “Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı” çerçevesinde 2023 yılı hedeflerinde elektrik sektöründe yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması planlanmış ve aşağıdaki çizelgede verilen hedefler belirlenmiştir.

Çizelge 2.16. Türkiye’nin ulusal yenilenebilir enerji eylem planı kaynak türlerine göre 2023 kurulu güç hedefleri (ETKB, 2014)

Kaynak Türü	Kurulu Güç Hedefleri (MW)
Hidroelektrik	34.000
Rüzgâr Enerjisi	20.000
Jeotermal Enerji	1.000
Biyokütle	1.000
Güneş Enerjisi	5.000

2019 ve 2023 hedeflerinin 2017 yılı sonu kurulu güç verileriyle karşılaştırıldığı veriler Çizelge 2.17 ve Çizelge 2.7 verilmiştir.

Çizelge 2.17. 2019 ve 2023 yenilenebilir enerji kurulu güç hedeflerinin 2017 yılsonu verileriyle karşılaştırılması

Kaynak Türü	2017 Kurulu Güç (MW)	2019 Kurulu Güç Hedefi (MW)	2023 Kurulu Güç Hedefi (MW)	2019 Hedefine Kalan (MW)	2023 Hedefine Kalan (MW)
Hidroelektrik	27.273,0	32.000,0	34.000	4.727,0	6.727,0
Rüzgâr Enerjisi	6.516,0	10.000,0	20.000	3.484,0	13.484,0
Jeotermal Enerji	1.064,0	700,0	1.000	-364,0	-64,0
Biyokütle	634,0	700,0	1.000	66,0	366,0
Güneş Enerjisi	3.421,0	3.000,0	5.000	-421,0	1.579,0

Çizelge 2.8. 2019 ve 2023 yenilenebilir enerji kurulu güç hedeflerinin 2017 yılsonu verileriyle yüzdesel karşılaştırılması

Kaynak Türü	2017 Sonu Kurulu Güç (MW)	2019 Kurulu Güç Hedefi (MW)	2023 Kurulu Güç Hedefi (MW)	2019 Hedefi Gerçekleşme %	2023 Hedefi Gerçekleşme %
Hidroelektrik	27.273,0	32.000,0	34.000	85,2	80,2
Rüzgâr Enerjisi	6.516,0	10.000,0	20.000	65,2	32,6
Jeotermal Enerji	1.064,0	700,0	1.000	152,0	106,4
Biyokütle	634,0	700,0	1.000	90,6	63,4
Güneş Enerjisi	3.421,0	3.000,0	5.000	114,0	68,4

Çizelge 2.18’de verilen değerler ışığında yenilenebilir enerjide 2019 yılında toplam 46.400 MW, 2023’te 61.000 MW kurulu güç kapasitesine ulaşılması hedeflenmiştir. Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı’nın da 2023 hedefi toplam kurulu gücü ise 125.000 MW olarak gösterilmiştir (ETKB, 2014). Bu veriler ışığında 2023 yılına kadar ise %56,78’lik bir kurulu güç artışı hedeflenmiştir. Bu plan doğrultusunda 2023 yılında toplam kurulu gücün %48,80’ini yenilenebilir kaynaklar oluşturacaktır.

3. TÜRKİYE VE DÜNYA FV DURUM KIYASLAMA

3.1 Türkiye FV Durumun İncelenmesi

Türkiye'nin coğrafi konumu, güneş enerjisi potansiyeli bakımından çok verimlidir. Türkiye'nin GEPA'ya göre, yıllık toplam güneşlenme süresinin 2.737 saat (günlük toplam 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisinin 1.527 kWh/m² (günlük toplam 4,2 kWh/m²) olduğu tespit edilmiştir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı). Güneş enerjisi potansiyeli ise 380 milyar kWh/yıl olarak hesaplanmıştır (DİKA). Şekil 3.1'de Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası verilmiştir.



Şekil 3.1. Türkiye'nin güneş enerjisi atlası (YEGM).

Bu haritada da görüldüğü üzere güney bölgelerden kuzeye doğru gidildikçe güneşlenme potansiyeli azalmaktadır. Karadeniz Bölgesi, coğrafi konumu ve yağmurlu gün sayısının fazla olması nedeniyle en az ışınım alan bölgedir. Marmara ve Ege Bölgeleri orta değerde ışınım alırken, İç Anadolu, Doğu Anadolu, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri yüksek değerde ışınım alan bölgelerimizdir. Çizelge 3.1'de verilen değerler de göstermektedir ki metrekareye düşen yıllık ışınım Güneydoğu Anadolu'da en yüksektir. Yine bu bölgede yıllık güneşlenme süreside oldukça yüksektir. Karadeniz Bölgesi ise en az ışınım alan ve güneşlenme süresi en az olan coğrafi bölgedir. Ülkemizde güneş enerjisi yatırıma yapmaya en uygun bölge İç Anadolu ve Doğu Anadolu bölgeleridir. Bilindiği üzere santrallerin üretim verimleri sıcaklık arttıkça azalmaktadır. Bu yüzden optimum güneşlenme süresi ve güneş ışını

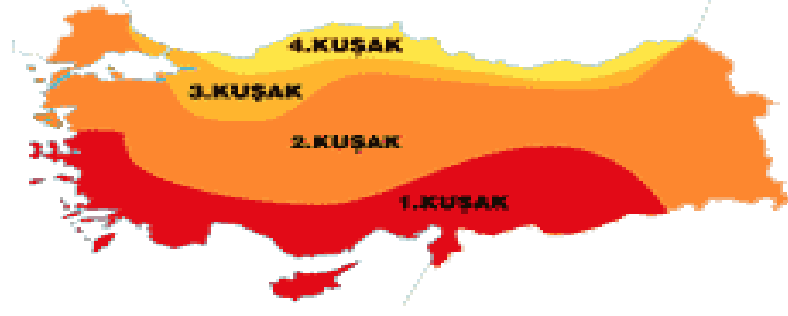
alan bölgelerde güneş enerjisine yatırım yapmak daha ekonomik ve yatırım maliyetlerinin geri dönüş süresi diğer bölgelere göre daha kısadır. Bölgelerin ışınım değerleri ve güneşlenme süreleri Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Bölgelerin ışınım değerleri ve güneşlenme süreleri (Güneş Enerjisi Üzerine)

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² -yıl)	Güneşlenme Süresi (saat/yıl)
G. Doğu Anadolu	1.460	2.993
Akdeniz	1.390	2.956
Doğu Anadolu	1.365	2.664
İç Anadolu	1.314	2.628
Ege	1.304	2.738
Marmara	1.168	2.409
Karadeniz	1.120	1.971

Güneşlenme süreleri bölgelere göre değişiklik gösterdiği gibi aylara göre de değişiklik göstermektedir. Türkiye güneş ışınım değerlerine göre 4 kuşağa ayrılmıştır. En verimli kuşak 1. kuşaktır ancak yapılan çalışmalar bölgeler arasında çok büyük bir fark olmadığını, Türkiye’nin genel olarak güneşlenme potansiyelinin yüksek olduğunu göstermiştir. Güneş enerjisi üretiminde lokomotif ülke olan Almanya’nın aldığı en fazla ışınım değeri olan yıllık 1200 kWh/m², Türkiye’nin en az ışınım alan bölgesi olan Karadeniz Bölgesi’nin ışınım değeriyle hemen hemen aynıdır. Bu açıdan bakılacak olursa Türkiye’de potansiyel güneş enerjisinden faydalanma oranının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

Güneş enerjisinde 2017 yılsonu verilerine göre lisanslı santral sayısı 2016 yılına göre 2’den 3’e, lisanssız santral sayısı ise 1043’ten 3613’e yükselmiştir. Lisanssız santrallerdeki bu üç buçuk kat artış, son yıllarda güneş enerjisinden elektrik üretmeye olan talebin ne kadar fazla olduğunu göstermektedir. 2016 yılı sonunda lisanslı güneş santrallerinin toplam kurulu gücü 12,9 MW iken 2017 sonunda 17,9 MW’a çıkmıştır. Lisanssız santrallerin kurulu gücü 2016 yılı sonu itibarıyla 819,6 MW iken (Türkiye toplam kurulu gücünün %1’i) 2017 sonunda 3.402,8 MW (toplam kurulu gücün %4’ü) olmuştur (Özgür, 2018).



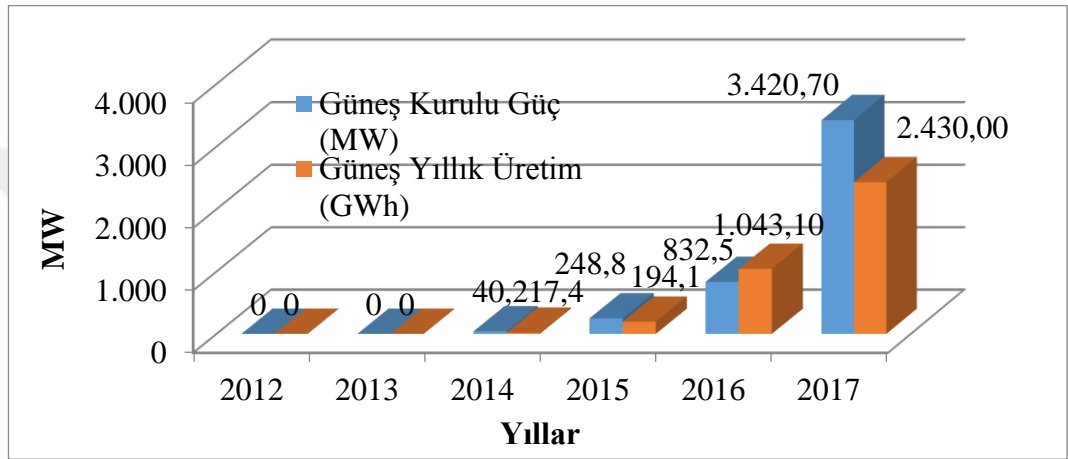
Şekil 3.2. Türkiye güneşlenme kuşağı haritası (Güneş Enerjisi Üzerine).

Ülkemizde lisanssız elektrik üretimi yapan santraller; küçük sistemler kurularak, şebekeye ihtiyaç duyulmadan, kendi öz tüketimini karşılayan veya şebekeye bağlantılı olup üretiminin fazlasını şebekeye veren sistemler olarak kurgulanmıştır. Lisanssız elektrik üretimi için TEİAŞ trafo kapasitelerini güncel olarak açıklamaktadır. 2017 yılı Kasım ayı verilerine göre elektrik piyasasında lisanssız elektrik üretimine ilişkin yönetmelik kapsamında lisanssız güneş ve rüzgâr enerjisinden elektrik üretimine şimdiye kadar TEİAŞ'ın rakamlarına göre 6.745,8 MW kapasite tahsis edilmiş, lisanssız güneş enerjisine toplam 6.472,83 MW çağrı mektubu verilmiştir.

Lisanslı elektrik üretimi ise piyasada faaliyet göstermek üzere 1 MW kurulu güçten daha büyük santrallerde, öz tüketim göstermek zorunda kalmadan direkt şebekeye bağlı elektrik üretim modelidir. Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi kurmak amacıyla yapılacak ön lisans başvuruları her yıl Kasım ayının ilk beş iş gününde, TEİAŞ tarafından açıklanan kapasite çerçevesinde EPDK tarafından alınır. Başvuruların ön inceleme ve değerlendirmesi EPDK tarafından yapılmaktadır. Teknik değerlendirme, ilgili mevzuat çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, şebekeye bağlantı görüşlerinin değerlendirmesi ise TEİAŞ tarafından yapılmaktadır. Aynı bağlantı noktasına ve/veya aynı bağlantı bölgesine bağlanmak isteyen birden fazla başvuru olması halinde sisteme bağlanacak olanın seçimi üretim sahası kurulacak alanlara verilen kapasiteler doğrultusunda TEİAŞ tarafından yarışma ile yapılır.

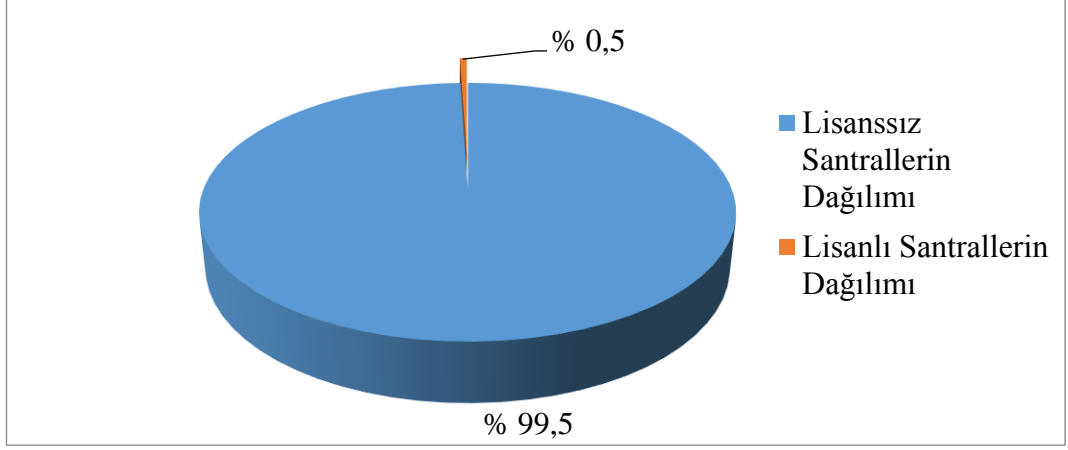
GEPA, Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü eski adı ile Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından 2008 yılında hazırlanmıştır. Buna göre Türkiye'nin eğimi üç dereceden düşük, yani güneş santrali kurmaya elverişli ve yıllık güneşlenme süresi metrekarede 1650 kWh'den yüksek ve santral kurulmasına uygun alanlar (4600 km²) göz önüne alınarak, termik güneş enerjisi potansiyeli yılda 380

milyar kWh (380.000 MWh) olarak hesaplanmıştır (Özgür, 2018). Bu değer Türkiye'nin güneş enerjisinden elektrik üretimine çok yatkın bir coğrafyada bulunduğunu göstermektedir. Ancak, bu potansiyelin verimli bir şekilde kullanılmadığı da açıktır. Türkiye'nin kurulu gücü yıldan yıla; nüfusa, artan ihtiyaçlara ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak artmaktadır. Türkiye'nin toplam kurulu gücü 2017 yılı Kasım ayı sonu verilerine göre bir önceki yıla oranla %5,91 artışla 83.138,9 MW'a ulaşmıştır. Kurulu güç içerisinde GES'lerin payı bir önceki yıla göre %169 artışla 2.245,7 MW'a ulaşmıştır.



Şekil 3.3. Yıllara göre GES kurulu gücünün ve elektrik üretiminin değişimi (TEİAŞ, d).

2017 yılsonu verilerine göre lisanslı santral sayısı 2016 yılına göre 2'den 3'e, lisanssız santral sayısı ise 1043'ten 3613'e yükselmiştir. Lisanssız santrallerdeki bu üç buçuk kat artış, son yıllarda güneş enerjisinden elektrik üretmeye olan talebin ne kadar fazla olduğunu göstermektedir. 2016 yılı sonunda lisanslı güneş santrallerinin toplam kurulu gücü 12,9 MW iken 2017 sonunda 17,9 MW'a çıkmıştır. Lisanssız santrallerin kurulu gücü 2016 yılı sonu itibarıyla 819,6 MW iken (Türkiye toplam kurulu gücünün %1'i) 2017 sonunda 3.402,8 MW (toplam kurulu gücün %4'ü) olmuştur. Devreye alınan bu kapasite ile birlikte güneş enerjisindeki kurulu gücün lisanslı ve lisanssız olmak üzere yüzdesel dağılımı Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Lisanssız ve lisanslı santrallerin oranları.

Şekil 3.4’de görüldüğü üzere lisanslı santrallerin bu kadar küçük yüzdeye sahip olması dikkat edilmesi gereken bir husustur. Lisanslı güneş santrallerinde lisans almada yaşanan zorluklar, izin ve bürokratik süreçlerin uzunluğu, maliyetler, kurumlar arasındaki yetki karmaşası ve uygulama farklılıkları ile yarışmalarda verilen yüksek katkı payları gibi sebeplerden ötürü bu santraller, lisanssız güneş santralleri kadar gelişme gösterememiştir. Lisanssız güneş enerjisi santrallerinin kurulu gücünün 2017 yılı sonunda 3400 MW’ı geçmesinin sebebi 2018 yılında dağıtım bedelinin dört katına çıkartılacak olmasıdır. Bu nedenle firmalar faaliyete geçme işlemlerini 2017 yılı içerisinde tamamlayabilmek için yoğun gayret sarf etmişlerdir. Aynı zamanda panel üretici firmalar da bu hızla üretimlerini yetiştirmeye çalışmışlardır (Özgür, 2018).

Bununla birlikte, lisanssız çatı tipi güneş santrali kuran gerçek kişilerin dağıtım şirketlerine sattıkları ihtiyaç fazlası elektrik enerjisinin ücretini tahsil edememesi ile ilgili sorunlar yaşanmaktadır. Bu bağlamda, bireysel lisanssız üretimlerde mahsuplaşma ile ilgili sorunun çözüme kavuşturulabilmesi için mevzuatta yapılması gerekli düzenlemelerin ivedilikle hayata geçirilmesi büyük önem arz etmektedir. Usulüne uygun olmadan ve alelade kurulan santrallerin verimlerinin düşük olmasının yanı sıra kurulu güç israfı oluşmasını ve kapasiteyi dolduran boş yatırımlara dönüşmesini engellemek için santrallerin usulüne uygun bir şekilde kurulmasının temin edilmesi çok önemlidir.

Lisanssız elektrik üretiminde durum yukarıda açıklandığı gibiyken, lisanslı elektrik üretimi elektrik satış fiyatları bakımından üreticinin avantajlı konumda

olduğu, serbest fiyat veya YEKDEM fiyatları ile gelecek vadeden bir yatırım olması sebebiyle ülkemizin enerji gelişimi ve politikası açısından önemli bir üretim aracıdır.

Türkiye lisanslı güneş enerjisi üretiminde şimdiye kadar 600 MW'lık kapasiteye ulaşılmıştır. Bu kapasite, GES Atlası yayımlandıktan sonra TEİAŞ trafo merkezi kapasitelerini belirleyerek, ilki 12.05.2014, sonuncusu 30.04.2015 tarihinde olmak üzere 6 adet paket kapsamında katkı payı ödeme karşılığında ihale usulüyle dağıtılmıştır. 2013 yılında ön lisans başvuruları yapılan GES yarışması 27 bölgede, 12 trafo merkezinde 600 MW bağlantı için yapılmıştır. Toplamda 6 adet ihale yapılarak 600 MW güneş enerjisi santrali projesi tahsis hakkı 49 adet şirkete verilmiştir (Kavas, 2017).

2017 yılı EPDK verilerine göre işletmede olan ve tam kapasiteyle üretim yapan 2 adet lisanslı güneş enerjisi santrali bulunmaktadır. Bu santraller Elazığ'da bulunan 8 MWe ve Erzurum'da bulunan 4,9 MWe gücündeki santrallerdir. Bu tesisler TEİAŞ'ın birinci paket yarışma sonucuna göre devreye alınan santrallerdir. Lisansları 2017 yılında verilen ve inşası devam eden lisanslı güneş enerjisi santrali sayısı ise 4'tür. Bunlar Konya'da devam eden iki adet 9,98 MWe, Sivas'ta 9 MWe ve Denizli'deki 10 MWe gücündeki santrallerdir. Çizelge 3.2'de lisanslı santrallerin kapasiteleri ve mevcut durumları gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. 2017 yılı sonu itibarıyla lisanslı santrallerin kapasiteleri ve mevcut durumları (Yeşil Ekonomi)

Toplam Elektriksel Kapasite (MWe)	51,86
Toplam İşletmedeki Kapasite (MWe)	17,9
Toplam İnşa Halindeki Kapasite (MWe)	34,96

2017 yılı Ekim ayında Denizli'deki 10 MWe gücündeki güneş enerjisi santrali projesinin 5 MW'lık kısmının geçici kabulü yapılmıştır. Bu 2017 yılı içinde devreye alınan tek lisanslı projedir. Bununla birlikte lisanslı güneş santrallerinde toplam kapasite 17,9 MWe'e çıkmıştır.

2012 Haziran ayında güneş panellerinin ithalatına teşvik verilmesi uygun görülmüş ancak, 2016 yılında ithal edilen panellerin yeterli sayıya ulaştığı düşünülerek teşvik kaldırılmıştır. Anti dumping ve gözetimde KDV uygulaması panel maliyetlerini arttırmıştır. Bugün, dünyada \$0.25'e üretilip \$0.30'a satılan hücrelerin fiyatları, bu

kararlarla birlikte ithalatta 60 Cent'e çıkmıştır. Hücre üretimi yapılmayıp, yalnızca hücre ithal edilip panel montajı gerçekleştirilen ülkemizde, yerli imalatçıların korunması adı altında teşvikin kaldırılması ile 35 Cent'e ithalat yapan yerli üreticiler, doğrudan ithalatın 60 Cent'e çıkması ile satış fiyatlarını 50 Cent'in üzerine çekmişlerdir (Kavas, 2017).

Lisanslı elektrik üretimi için tahsis edilen 600 MW kurulu gücün çok düşük bir miktarı güneş panellerinin ithalatına yönelik yukarıda bahsedilen teşviklerden faydalanabilmişlerdir. Teşvikin kaldırılmasıyla geriye kalan yaklaşık 480 MW'lık projenin maliyetleri ise artmıştır. Yani yaklaşık 120 MW'lık santral teşvikten fayda sağlarken, kalan 480 MW'lık proje teşvikin kaldırılması nedeniyle aşırı yüksek fiyatlara maruz kalmıştır (Kavas 2018).

Lisans ve ön lisans alma durumundaki santrallerin kurulu güç dağılımları Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Lisans alma durumundaki santrallerin dağılımı (Yeşil Ekonomi)

Lisans Durumu	Proje Sayısı	Kurulu Güç (MWe)
Yürürlükte	6	51,86
İptal Edilen	1	10
Reddedilen	3	62

Çizelge 3.4. Ön lisans alma durumundaki santrallerin dağılımı (Yeşil Ekonomi)

Ön Lisans Durumu	Proje Sayısı	Kurulu Güç (MWe)
Yürürlükte	28	400,076
Sonlandırılan	13	97,86
Reddedilen	449	7254,99

Lisanslı üretimde fiyatlandırma iki şekilde yapılabilir, bunlar serbest piyasa veya YEKDEM fiyatlarıdır. YEKDEM, yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı

üretim faaliyeti gösteren üretim lisansı sahibi tüzel kişilerin bizzat ve LÜY kapsamında yenilenebilir enerji kaynaklarından lisanssız üretim yapan kişilerin bölgelerinde buldukları görevli tedarik şirketleri aracılığıyla faydalanabileceği destekleme mekanizmasıdır. Tesis sahipleri, her yılın başında sabit fiyat garantisine tâbi olmak ile zaman zaman daha yüksek olan ancak değişkenlik gösteren piyasa fiyatlarına tâbi olmak arasında tercih yapabilmektedir. Bu bağlamda, bir tesis sahibi, üretilen elektriği bir sene sabit fiyat garantisi ile satmayı tercih edebileceği gibi, bir sonraki sene toptan tarifede satış yapmayı seçebilir. Bu uygulamayı kapsayan 5346 sayılı YEK Kanunu'nun 6/B maddesi şöyledir: *“Lisans sahibi tüzel kişilerin bu Kanun kapsamındaki yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı ve 31/12/2015 tarihinden önce işletmeye giren üretim tesislerinde kullanılan mekanik ve/veya elektro-mekanik aksamın yurt içinde imal edilmiş olması halinde; bu tesislerde üretilerek iletim veya dağıtım sistemine verilen elektrik enerjisi için, I sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlara, üretim tesisinin işletmeye giriş tarihinden itibaren beş yıl süreyle; bu Kanuna ekli II sayılı Cetvelde belirtilen fiyatlar ilave edilir.”*

YEKDEM kapsamında Cetvel 1'de yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisi tipine göre uygulanacak olan teşvikli fiyatlar verilmiştir. Cetvel 2'de ise yine yenilenebilir kaynak türlerine göre kurulan tesislerde kullanılacak yerli ekipmanlara verilen ilave teşvikler gösterilmektedir. Çizelge 1'e göre güneş enerjisinden üretilecek elektriğin teşvikli alım fiyatı kWh başına \$0.133'dir. Tarifenin geçerlilik süresi, 1.1.2016 tarihinden itibaren 2020 yılı sonuna kadar devreye girme koşuluyla, 10 yıldır. Bu fiyata ek olarak kanun maddesinde de belirtildiği gibi elektrik üretim tesisinin yerli olarak imal edilen aksamaları olması halinde \$0.067'a kadar ilave teşvik uygulanmaktadır.

Güneş enerjisinden elektrik üretmede lisanslı santrallerin YEKDEM'den faydalanmaya başlamaları ancak 2017 yılında olmuştur. 2017 yılında yapılan başvurular Çizelge 3.4'te verilmiştir. Daha önce bahsedilen, Elazığ ve Erzurum'da bulunan santraller 2017 yılında YEKDEM'den faydalanmaya başlamıştır. Çizelge 3.5'te gösterilen 2 adet güneş enerjisi santralleri de bu santrallerdir. YEKDEM'den faydalanan santrallere bakıldığında güneş enerjisinin kurulu gücünün ve üretiminin diğer yenilenebilir kaynaklara göre çok düşük olduğu görülmektedir. Bu durum lisanslı güneş enerjisi santrallerinin ülkemizde yaygınlaşmadığının göstergesidir.

Çizelge 3.5. YEKDEM'den 2017 yılında faydalanan tesis sayısı ve üretim kapasiteleri (Enerji Atlası, b)

Kaynak	Tesis Sayısı	İşletmedeki Kurulu Güç (MWe)	Yıllık Üretim Kapasitesi (kWh)
Hidroelektrik	418	11.085	39.012.436.210
Rüzgâr	141	5.233	21.152.262.859
Jeotermal	29	752	6.619.526.882
Biyokütle	57	300	2.195.452.200
Güneş	2	12,9	23.837.000
TOPLAM	647	17.383	69.003.515.151

Çizelge 3.6. YEKDEM'den 2018 yılında faydalanan tesis sayısı ve üretim kapasiteleri (Enerji Atlası, c)

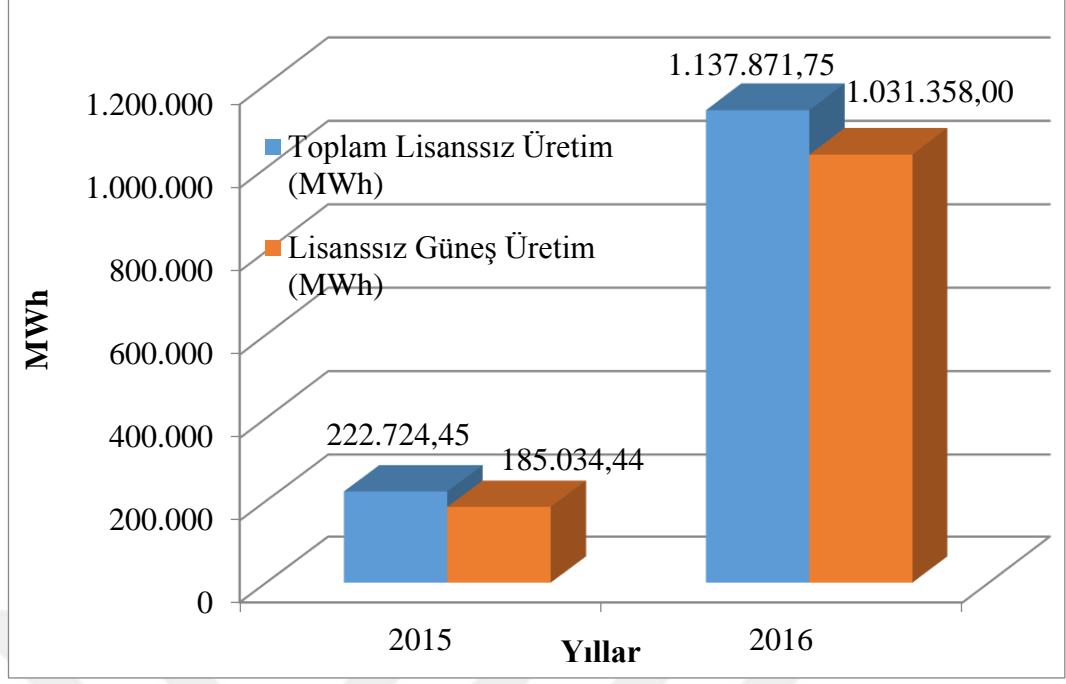
Kaynak	Tesis Sayısı	İşletmedeki Kurulu Güç (MWe)	İnşa Halindeki Güç (MWe)	Toplam Kapasite (MWe)
Hidroelektrik	447	11.737	192	11.929
Rüzgâr	151	6.245	452	6.697
Jeotermal	37	997	158	1.155
Biyokütle	70	353	26	379
Güneş	3	13,9	9	22,9
TOPLAM	708	19.346	837	20.183

2018 yılında YEKDEM'den faydalanan santrallerin dağılımı Çizelge 3.6'da verilmiştir. Güneş enerjisinde YEKDEM'den yararlanan santral sayısının üçe çıktığı görülmektedir. Burada eklenen santral Denizli'de bulunan ve Eylül 2017'den önce 1 MW'lık kısmı devreye alınan santraldir. Aynı santralin 4 MW'lık kısmı ise EPDK'nın YEKDEM başvurularını kabul ettiği tarihten sonra tamamlanmış olup diğer 5 MW'lık kısmının yapımı devam etmektedir. Güneş enerjisi haricinde YEKDEM'den faydalanan yenilenebilir enerji kaynaklarına bakıldığında, en fazla hidroelektrik santrallerin olduğu ve 2018 yılında da bu santrallerin sayısını en fazla artıran kaynak olduğu görülmektedir. Burada dikkat çeken yenilenebilir kaynak rüzgâr enerjisidir.

Ülkemizde geçmişte hidroelektrik kadar olmayan rüzgâr enerjisinin geldiği nokta ülkemizin bu konuya verdiği önemi göstermektedir. Güneş enerjisine bakacak olursak son yıllarda kurulu gücünü en çok artıran kaynak olmasına rağmen bu tabloda en son sırada yer almasının sebebi güneş enerjisinde ülkemizde lisanssız santrallerin üstünlüğüdür. Gelecekte özellikle güneş enerjisinde lisanlı santrallerle lisanssız santrallerin kurulu güç bakımından dengeye oturması beklenmektedir.

Türkiye’de güneş enerjisinde ilk kurulu güç 2014 yılında üretime başlamış, şu an gelinen noktada kurulu güç miktarı 2014 yılına göre 50 kat artmıştır. Ancak güneşlenme sürelerinin bu kadar fazla olduğu ülkemizde güneş enerjisi kurulu gücünün, toplam kurulu güç içindeki payı halen %4,01’dir.

Şekil 3.5’te 2015 ve 2016 yıllarında toplam lisanssız elektrik üretimi ve lisanssız güneş enerjisinden elektrik üretim rakamlarını gösterilmektedir. 2016 yılında lisanssız tesisler tarafından ihtiyaç fazlası olarak sisteme verilen enerji miktarı 1.137.871,75 MWh’dir. Bunun %90,64’lük kısmı olan 1.031.358,00 MWh güneş enerjisinden üretilmiştir. 2015 yılında ise bu kapsamdaki elektrik arzı 222.724,45 MWh olarak gerçekleşmiş ve %83,08’lik kısmı olan 185.034,44 MWh’ı güneşten elde edilmiştir. Lisanssız güneş enerjisinden elektrik üretiminin 2016 yılında yaklaşık 5,5 kat arttığı görülmektedir. Lisanssız elektrik üretiminde güneş enerjisinin ülkemizde açık arayla ilk sırada olduğu görülmektedir. Bu durum yukarıda bahsedilen YEKDEM’den faydalanan yenilenebilir kaynaklar arasında güneş enerjisinin son sırada olmasının diğer bir açıklamasıdır.



Şekil 3.5. 2015-2016 yıllarında güneş enerjisinden lisanssız elektrik üretimi (Özgür, 2018).

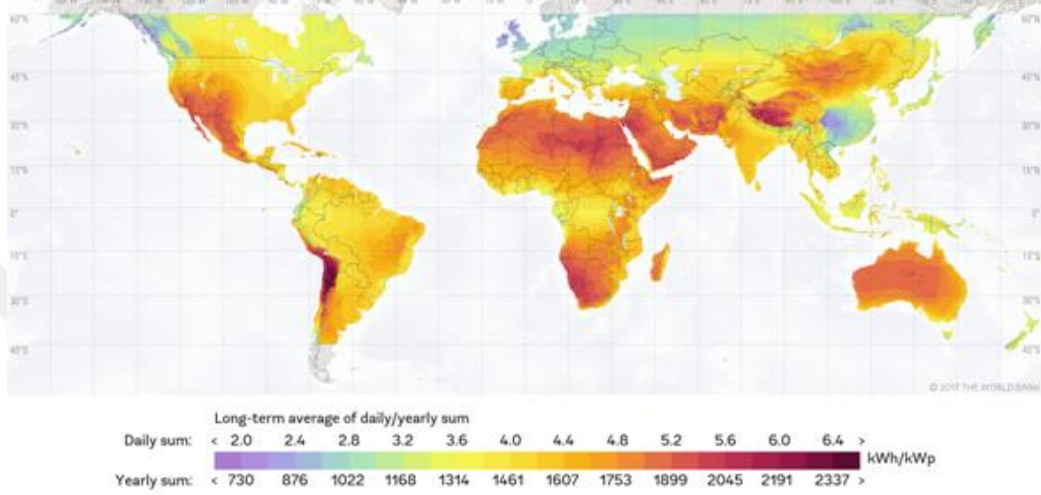
2016 yılı sonunda güneş enerjisinden elde edilen toplam 1.043,1 GWh'in %98,88'lik kısmı olan 1.031,4 GWh lisanssız santrallerden sağlanan üretim iken, geri kalan 11,7 GWh, 12,9 MWe kurulu güce sahip iki adet lisanslı santralden elde edilmiştir.

Çizelge 3.7. 2015 ve 2016 Yıllarında lisanssız üretime ödenen miktarlar (EPDK, 2017)

	2015 yılında şebekeye verilen enerji miktarı için yapılan ödeme miktarı (TL)	Oran (%)	2016 yılında şebekeye verilen enerji miktarı için yapılan ödeme miktarı (TL)	Oran (%)	Değişim, 2015-2016 (%)
Güneş	72.255.355,27	83,28	427.946.838,22	90,65	492,27
Genel Toplam	86.766.640,74	100	472.081.553,85	100	444,08

3.2 Dünyadaki FV Durumun İncelenmesi

Dünya genelinde yenilenebilir enerji toplam kapasitesi 2017 yılı sonunda 2.179.099 MW'a ulaşmıştır. Bu kapasitenin 385.674 MW'lık kısmı solar FV kurulu gücüdür. Dünya genelinde yenilenebilir enerji kurulu gücünün %17,70'ini solar FV güç oluşturmaktadır (IRENA, 2017).



Şekil 3.6. Dünya'nın FV güç potansiyel haritası (Solargis).

Şekil 3.6'da verilen haritada görüldüğü üzere yıllık metrekareye 1.200 kWh ve daha fazla güneş ışını alan bölgeler neredeyse üçte ikilik bir alanı kaplamaktadır. Ülkemizin güneş ışınımı potansiyeli göz önüne alınacak olursa, bunun dünya ortalamasının üzerinde olduğu görülmektedir. Haritadan görüldüğü üzere, orta ve yüksek ışınım alan bölgeler Afrika kıtasında yoğunlaşmaktadır.

Dünya üzerinde kurulu olan bu 385.674 MW'lık gücün 210.968 MW'lık kısmı Asya kıtasındadır. Bu kıtanın en büyük kurulu güce sahip iki ülkesi olan Çin'in 130.632 MW, Japonya'nın ise 48.600 MW'lık kurulu gücü vardır. Bu iki ülke sahip oldukları güneş enerjisi potansiyelini verimli bir şekilde kullanmaktadır. Asya kıtasını 109.467 MW ile Avrupa kıtası izlemektedir. Avrupa kıtasında en fazla kurulu güce sahip ülke Almanya'dır. Ayrıca Avrupa Birliği ülkelerinin toplam kurulu gücü neredeyse tüm Avrupa'ya eş değerdir. Avrupa Birliği ülkelerinin toplam kurulu gücü 106.573 MW'tır.

Amerika kıtası 44.639 MW ile en büyük üçüncü kurulu güce sahip kıta konumundadır. Bu kıtanın en büyük kurulu gücü Amerika Birleşik Devletleri'ne aittir. 41.131 MW kurulu güce sahip Amerika Birleşik Devletleri de sahip olduğu güneşlenme potansiyelini iyi kullanmaktadır.



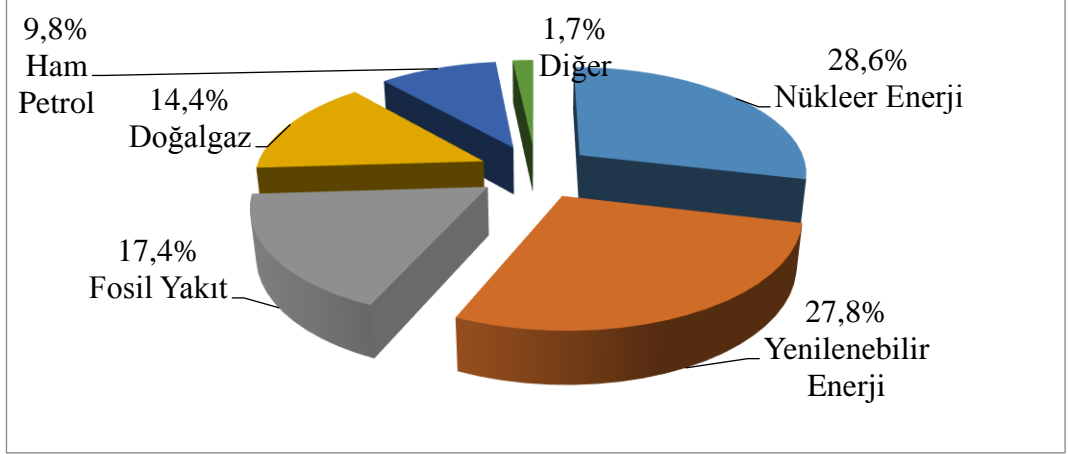
4. AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNİN ENERJİ DURUMU VE TÜRKİYE İLE KIYASLANMASI

Avrupa Birliği üye ülkeleri enerji ihtiyaçlarını, Avrupa Birliği ülkelerinin ürettiği enerjiyi ve üçüncü ülkelerin ürettiği enerjiyi ithal ederek karşılarlar. Avrupa Birliği 2016 yılında enerjisinin yaklaşık %46'sını kendi üretirken %54'lük kısmını ithal etmiştir (Eurostat, a).

Avrupa Birliği ülkeleri de arz güvenliğine önem verdiği için enerji kaynağı çeşitliliğini arttırmıştır. 2016 yılında temel olarak beş çeşit enerji kaynağının olduğu görülmektedir. Dünya genelinde olduğu gibi AB ülkelerinde de petrol ürünleri %35 oran ile başı çekmektedir. Bu orana ham petrol dahildir. İkinci sırayı %23 ile doğal gaz alırken, ardından %15 ile fosil yakıtlar ve her biri %13'lük oranla nükleer ve yenilenebilir enerji gelmektedir.

Enerji kaynaklarının üye ülkeler içerisindeki brüt tüketim dağılımı her ülkeye göre farklılık göstermektedir. Petrol ürünlerinin brüt tüketimi, üye ülkelerdeki brüt toplam enerji tüketimi içerisindeki payının en büyük olduğu ülkeler; %93'lük oranla Kıbrıs %79'lük oranla Malta ve %63'lük oranla Lüksemburg'dur. İtalya, Hollanda ve Birleşik Krallıkta doğalgaz toplam brüt tüketimin üçte birini oluşturmaktadır. Fosil yakıtların çoğunlukta olduğu Estonya'nın toplam enerjisinin %61'lik kısmı kömürden karşılanmaktadır. Bunu %49 ile Polonya takip etmektedir. Nükleer enerji Fransa'nın %42, İsveç'in %33'lük enerji ihtiyacını karşılar, yenilenebilir enerjide Litvanya ve İsveç %37'şer oranla toplam enerjisinin en büyük oranla yenilenebilir kaynaklardan sağlayan ülkeler olmuştur (Eurostat, a).

AB ülkelerinde üretilen elektriğin kaynaklara göre dağılımı yine yukarıda verilen kaynaklar etrafında toplanmıştır. Kaynak çeşitliliği bakımından geniş yelpazede üretim yapan AB ülkelerinde dikkat çeken en önemli husus nükleer enerjinin payıdır.



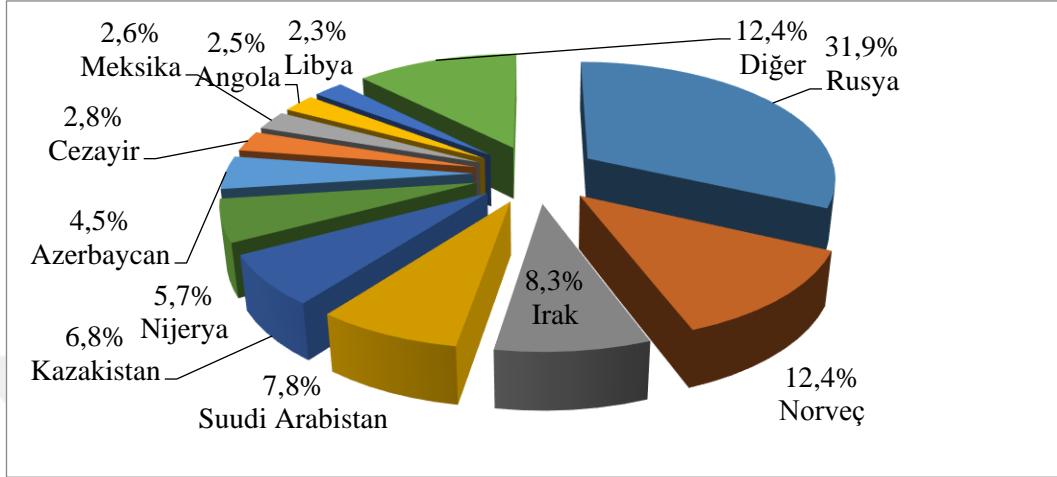
Şekil 4.1. AB ülkelerinin enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı (Eurostat, b).

2016 yılında AB ülkelerindeki enerji üretimi Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Ancak enerji üretimi ülkelere göre farklılık göstermektedir. Örneğin, Fransa’da toplam enerji üretiminin %80’ini nükleer enerji oluşturmaktadır. Fransa’yı %75 ile Belçika, %62 ile Slovakya takip etmektedir. AB ülkelerinin enerji üretiminde ikinci büyük paya sahip olan yenilenebilir enerji çoğu üye ülkenin ana enerji kaynağıdır. Malta, Letonya, Portekiz, Kıbrıs ve Litvanya’da toplam üretimin %90’ını oluşturmaktadır. Fosil yakıt kullanarak enerji üreten üye ülkelerin başında %78 ile Polonya, %67 ile Estonya, %59 oranlara sahip Yunanistan ve Çek Cumhuriyeti gelmektedir. Doğal gaz Hollanda’da üretilen enerjinin %83’lük kısmını oluşturmaktadır. Ham petrol, Danimarka’da %47, Birleşik Krallıkta %41 ile enerji üretiminde önemli bir oranı teşkil etmektedir (Eurostat, b).

4.1 AB Ülkelerinin Enerji İhracatlarının İncelenmesi

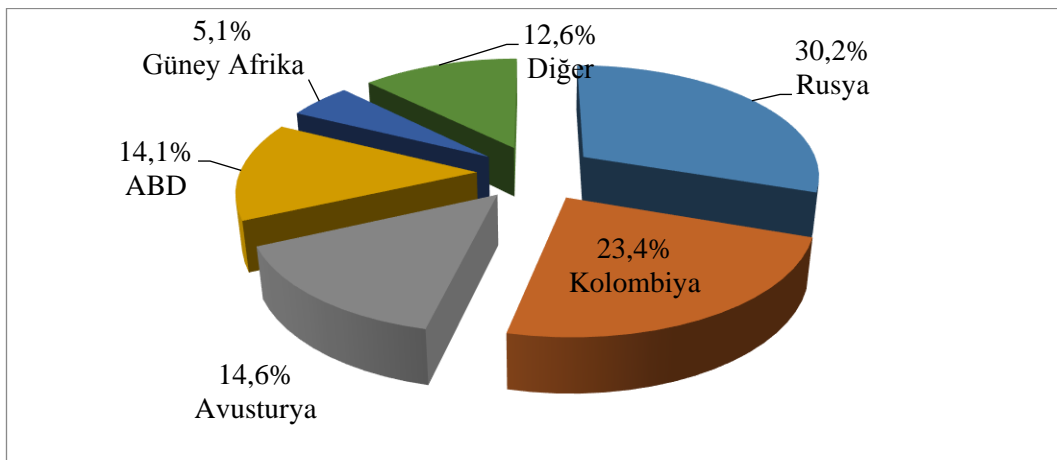
Başlangıçta belirtildiği gibi AB ülkelerinin enerji ihtiyaçlarını karşılayabilmeleri için üçüncü ülkelere ithalat yapmaları gerekmektedir. 2016 yılı ihracat rakamlarına göre AB ülkelerinin enerji ithalatının üçte ikisini petrol (ham petrol dahil) oluşturmaktadır. Bu petrolün dünyada ne kadar önemli bir enerji kaynağı olduğunun ve ülkelerin daha uzun yıllar petrol bağımlılığından kurtulamayacaklarının en önemli göstergesidir. Petrolü, ithal edilen enerjinin %24’ü ile gaz ve %9 ile katı yakıtlar izlemektedir (Eurostat, c).

AB ülkeleri ithal ettikleri enerjiyi çeşitli ülkelerden sağlamaktadırlar. Enerji arzının korunması için AB ülkeleri aynı emtiayı farklı oranlarda farklı ülkelerden ithal etmektedir.



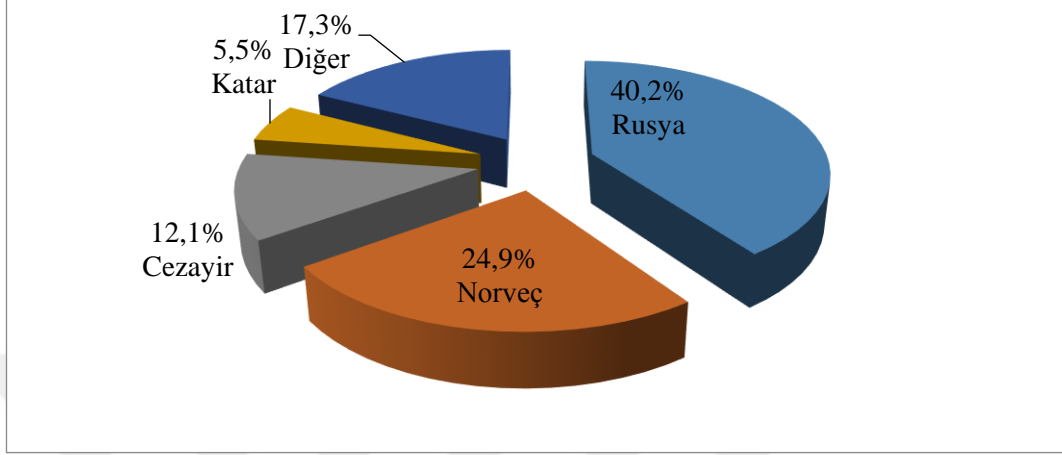
Şekil 4.2. AB ülkelerinin ham petrol ithal ettiği ülkeler (Eurostat, c).

Şekil 4.2’de görüldüğü üzere AB ülkeleri 11 farklı ülkeden ham petrol ithal etmektedirler. Bu da AB ülkelerinin arz güvenliğine ne kadar önem verdiklerinin çok önemli bir göstergesidir. AB ülkelerinin petrol ithal ettiği ülkelerin başında %31,9 oranla en büyük paya Rusya sahiptir ki bu da petrol ürünlerinde Rusya’nın dünya genelinde hâkim konumda olduğunun da bir göstergesidir (Eurostat, c).



Şekil 4.3. AB ülkelerinin katı yakıt ithal ettiği ülkeler (Eurostat, c).

Şekil 4.3'te görüldüğü üzere Rusya katı yakıt ithalatının %30,2'sini elinde tutmaktadır. Petrol ithalatındaki gibi çok fazla ülkeden ithalat yapılmasa da bu enerji türünde de arz güvenliği ön plana alınmıştır.



Şekil 4.4. AB ülkelerinin doğal gaz ithal ettiği ülkeler (Eurostat, c).

Son olarak, AB ülkelerinin ithal ettiği doğalgazda da Rusya en büyük ithalatçı konumundadır (Şekil 4.4). AB'nin ithal ettiği petrol, katı yakıt ve doğalgazda Rusya'ya bağımlı olduğu görülmektedir. Burada dikkat çeken husus ikinci büyük payın Norveç'te olmasıdır. Norveç petrol ve doğalgaz ithalatında AB ülkeleri için önemli bir paya sahiptir.

AB ülkelerinde 2000 yılından bu yana enerji ithalatına olan bağımlılık %47 artmıştır. Üye ülkeler arasında da enerji ithalatına olan bağımlılık farklılık göstermektedir. Örneğin ithalat Malta, Lüksemburg ve Kıbrıs'ta %90 iken Danimarka ve Estonya'da %20'nin altındadır (Eurostat,c).

4.2 AB Ülkelerinin Enerji Tüketiminin İncelenmesi

AB ülkelerinde mevcut enerjinin yaklaşık üçte ikisi son kullanıcılar tarafından tüketilmektedir. Bu üçte ikilik orana konutlarda, sanayide ve ulaşımda kullanılan elektrik dahildir. AB ülkelerinin en çok enerji harcadığı sektör nihai tüketimin %33'ü ile ulaşım sektörüdür, bunu %26 ile konutlar, %25 ile sanayi izlemektedir. Geri kalan

üçte birlik kısım ise elektrik üretimi ve dağıtımındaki kaçakları kapsamaktadır (Eurostat, d).

AB ülkelerinin 2016 yılındaki toplam enerji tüketiminin %39'unu petrol oluştururken, yenilenebilir payı %8'de kalmıştır. Toplam enerji tüketiminin %60'ından fazlasını kapsayarak petrol ürünlerini en çok tüketen AB ülkeleri Kıbrıs, Malta ve Lüksemburg olmuştur. Yenilenebilir enerjinin toplam nihai tüketimin %20'nin üstüne çıktığı ülkeler Letonya, Finlandiya ve İsveç olmuştur (Eurostat, d).

AB ülkelerinde elektrik üretmek için kullanılan yakıt cinslerine bakacak olursak; fosil yakıtlar %44'lük bir orana sahiptir. Yenilenebilir enerji %30, nükleer enerji ise %26 oranında kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerjiler arasında hidroelektrik santralleri %12, rüzgâr santralleri %9, biyo yakıtlar %6, güneş santralleri %3'lük bir dilimi oluşturmaktadır (Eurostat, e).

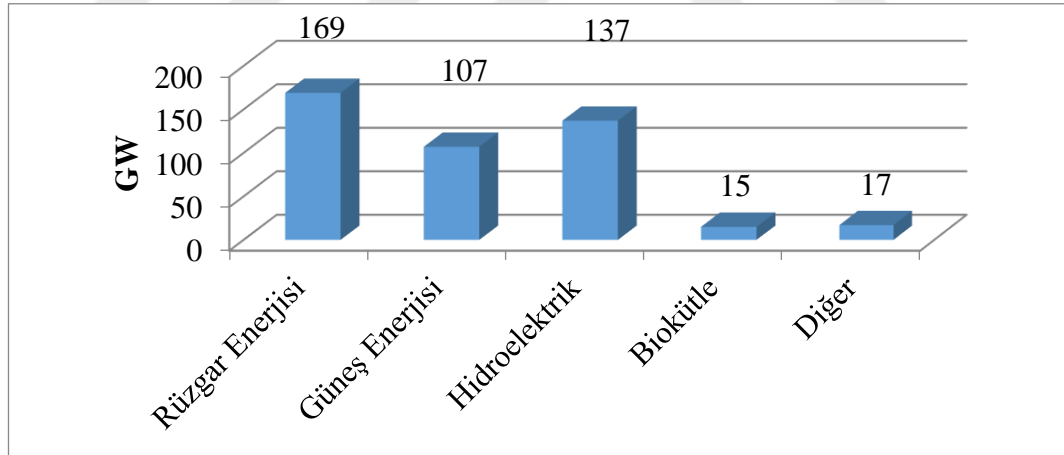
AB ülkelerinin enerji tüketimlerinin büyük oranda fosil yakıtlara bağlı olduğu görülse de yenilenebilir enerjinin gelişmesi ve tüketimde hâkim konuma gelmesi için yoğun bir çaba söz konusudur. Bu, 2004-2016 yılları arasında AB üye ülkelerinin enerji tüketiminde yenilenebilir payının %8,5'ten %17'ye çıkmasıyla somut olarak görülmektedir. 15 üye ülke yenilenebilir paylarını iki katına çıkartmıştır.

AB ülkeleri yenilenebilir payının 2020'de %20 oranında olmasını hedeflemektedirler. Ancak AB üye ülkeleri arasında oranlar değişiklik göstermektedir. Örneğin, İsveç enerji tüketiminin %53,8'ini yenilenebilir kaynaklardan sağlamaktadır ve halihazırda 2020 hedefinin oldukça üzerine çıkmış durumdadır. Benzer şekilde Finlandiya da %38,7'lik oranla İsveç'i takip etmekte ve 2020 hedefine ulaşmış durumdadır. Lüksemburg %5,4 ile AB ülkeleri arasında tükettiği enerjiyi yenilenebilir kaynaklardan en az oranla sağlayan üye ülke olmuştur. Bu farklılığın temel nedeni olarak yenilenebilir enerjinin içindeki en büyük pay olan hidroelektrik santrallerinin kurulma potansiyeli ve biyo yakıt kullanma teknolojisinin gelişmesi olarak gösterilebilir. Keza rüzgâr ve güneş santralleri AB ülkelerinde yaygın bir elektrik üretme kaynağı olduğundan farkı diğer yakıt cinsleri yaratmaktadır (Eurostat, f).

4.3 AB Ülkelerinin Yenilenebilir Enerji Kapasiteleri ve Gelişiminin İncelenmesi

2017 yılsonu itibarı ile dünya genelinde yenilenebilir enerjinin ulaştığı kapasite 2.195 GW olarak kayıtlara geçmiştir. 2016 yılına oranla küresel yenilenebilir kurulu güç kapasitesi %8,82 artmıştır. Yenilenebilir enerjinin en büyük bileşeni olan hidroelektrik santrallerinin kapasitesi 1.114 GW'a ulaşırken, rüzgâr enerjisi 539 GW kurulu güce sahiptir. 2017 yılında tüm enerji sistemleri içerisinde dünyada en yüksek büyüme hızına ulaşan güneş enerjisi 402 GW'lık kapasiteye bir önceki yıla göre %32,7 oranında artarak ulaşmıştır. 2017 yılı sonunda diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının katkıları; biyokütle 122 GW, jeotermal 12,8 GW, okyanus enerjisi 0,5 GW olmuştur (REN21, 2018).

Dünya genelindeki toplam yenilenebilir kurulu gücün yaklaşık %20,44'üne tekabül eden 445 GW AB üyesi ülkelerdedir ve bu kapasite 10 yılda tam iki katından fazla artış göstermiştir (IRENA, 2017). AB üye ülkelerinin 2017 yılı rakamlarına göre yenilenebilir enerji kapasitesinin kaynaklara göre dağılımı Şekil 4.5'de verilmiştir.



Şekil 4.5. AB-28 ülkenin yenilenebilir enerji kapasitesinin kaynaklara göre dağılımı (The Statistics Portal).

AB üye ülkelerinin yenilenebilir enerji kapasitesinin en büyük payı 169 GW'a ulaşan rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr enerjisini 137 GW kurulu kapasiteyle hidroelektrik santraller izlemektedir.

AB üyesi 28 ülkenin ortalama ve Almanya, İspanya, Fransa, İtalya ve Yunanistan (AB-5) ile Türkiye'nin de arasında bulunduğu ülkelerinin kurulu gücü, yenilenebilir kurulu gücü, elektrik üretim ve tüketimi, nüfus ve kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla değerleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Toplam kurulu güç, toplam yenilenebilir enerji kurulu güç, elektrik üretimi, elektrik tüketimi, nüfus ve kişi başına düşen GSYİH değerleri 2016 yılı için AB-28 ortalama, AB-5 ve Türkiye'nin kıyaslaması

	AB-28	Almanya	İspanya	Fransa	İtalya	Yunanistan	Türkiye
Toplam Yenilenebilir Kurulu Güç (MW) (IRENA, 2017)	423,4	104,7	48,2	44,1	51,2	8,4	34,4
Elektrik Üretimi (TWh) (Eurostat, g)	3.255,1	649,1	274,8	569,8	289,8	51,4	274,4
Elektrik Tüketimi (TWh) (Eurostat, h)	2.786,1	517,4	233,2	441	286	534,6	228,4
FV Elektrik Üretimi (MWh) (Eurostat, ı)	105.221,3	38.097,6	8.068,9	8.159,6	22.104	3.929,8	1.043,2
Nüfus x10 ⁶ (Eurostat, i)	510,3	82,2	46,4	66,7	60,7	10,8	78,8
Kişi Başına GSYİH (€x1000) (Eurostat, j)	29,2	38,2	24,1	33,3	27,7	16,2	9,9 (Eurostat,k)

2016 yılında AB-28 ülkelerinde toplam 510,3 milyon nüfus bulunmaktadır. Seçilen AB-5 ülkelerinin nüfusu toplam nüfusun %52,3'ünü oluşturmaktadır. Kişi başına düşen GSYİH'ya bakacak olursak seçilen ülkelerin GSYİH'ları AB-28 ortalamasından fazla veya çok yakındır. Yunanistan burada en düşük GSYİH değeri ile AB-5 ülkeleri arasında son sıradadır. 2016 verilerine göre AB-5 ülkeleri arasında

en fazla nüfusa sahip ülke Almanya'dır. Onu Fransa, İtalya, İspanya ve Yunanistan takip etmektedir.

Seçilen AB-5 ülkelerine kıyasla Türkiye'ye bakacak olursak Almanya'ya yakın bir nüfusa sahip olduğunu görmekteyiz. Ancak GSYİH bakımından aynı tespiti yapmak mümkün değildir. Türkiye GSYİH bakımından AB-28 ülkeleri ortalamasından yaklaşık 3 kat aşağıda olup, AB-5 ülkeleri arasında da en düşük seviyededir.

AB-28 ülkelerinde 2016 yılında toplam elektrik üretimi 3.255,1 TWh olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin %56,4'ü seçilen AB-5 ülkeleri tarafından gerçekleştirilmiştir. AB-5 ülkeleri arasında elektrik üretiminde ilk sırada 649,1 TWh ile Almanya yer almaktadır. İkinci sırada ise az bir farkla Fransa yer almaktadır. Daha sonra gelen İtalya ve İspanya birbirine çok yakın üretim değerlerine sahiptir. Ancak Yunanistan en yakın olduğu İspanya'dan yaklaşık beş kat daha düşük bir üretim değerine sahiptir. Türkiye ise elektrik üretiminde AB-5 ülkelerinden İtalya ve İspanya'dan sonra gelmektedir. Kişi başına düşen elektrik üretimi incelendiğinde Türkiye AB-28 ülkelerinin altında bir performans göstermektedir. Ayrıca AB-5 ülkeleri arasında da son sıradadır. Türkiye'nin toplam elektrik üretiminin Yunanistan'ın çok üstünde olduğu görülse de Türkiye'nin nüfusunun Yunanistan'ın 7 katından fazla olması nedeniyle mevcut üretim tüketimi karşılamamakta ve elektrik ithalatı yapılmaktadır.

Elektrik tüketim değerlerinde de yukarıdaki sıralamaların değişiklik gösterdiğini görmekteyiz. Çünkü, Yunanistan AB-5 ülkeleri arasında en az elektrik üretim, en az nüfus, en az GSYİH değerine sahip ülke olmasına rağmen AB-5 ülkeleri arasında kişi başına en fazla elektrik tüketen ülkedir. Yunanistan hariç AB-5 ülkelerini toplam elektrik üretim ve tüketim değerleri bakımından kıyaslayacak olursak; sıralama hem üretim hem tüketim açısından değişmemekle, çoktan aza doğru Almanya, Fransa, İtalya ve İspanya şeklinde oluşmaktadır. Türkiye toplam elektrik tüketim değerlerinde de İtalya ve İspanya'dan sonraki yerini korumuştur. Kişi başına elektrik tüketim değerleri kıyaslanırsa Yunanistan'ın ilk sırada olduğu görülmektedir. Kişi başına düşen elektrik tüketiminin bu denli fazla olmasının nedenleri ülkenin yenilenebilir kaynaklarını etkin bir şekilde kullanamaması, nüfusun kâğıt üzerinde az olmasına rağmen özellikle yaz aylarında turizm ile birlikte artması olarak değerlendirilebilir.

AB-5 ülkeleri arasında en fazla nüfusa sahip ülkenin Almanya olmasına rağmen kişi başına elektrik üretiminde ilk sırayı Fransa almaktadır. Bunun sebebi Almanya'nın yenilenebilir kaynakları verimli bir şekilde kullanması ve verimli elektrik tüketmesi olarak değerlendirilebilir. Türkiye'nin nüfusu AB-5 ortalamasının üstünde olmasına rağmen kişi başına elektrik tüketiminde İtalya ve İspanya'nın ardından son sıradadır.

Çizelge 4.1'de verildiği üzere 2016 yılında AB-28 ülkelerinin toplam FV elektrik üretiminin %36,2'sini Almanya gerçekleştirmiştir. İtalya'nın ise 22.104 MWh ile AB-28 ülkelerinin FV elektrik üretiminin %21'ini oluşturduğu görülmektedir. AB-5 içerisinde bu iki ülkeyi yakın rakamlarla Fransa ve İspanya izlemektedir. Yunanistan 3.929,8 MWh üretim ile son sıradadır.

Son yıllarda güneş enerjisine ağırlık veren Türkiye'de ise FV elektrik üretimi 1.043 MWh olarak gerçekleşmiştir. Bu üretim miktarı AB-5 ülkeleri FV elektrik üretiminin çok altındadır. AB-5 ülkeleri için 2016 yılında FV sistemlere dayalı üretim ülkeler bazında bir önceki yıla kıyasla düşük miktarlarda artış göstermiş ya da küçük düşüşler yaşamıştır. Ancak Türkiye'de pazarın yeni gelişmeye başlamasıyla birlikte bir önceki yıla oranla %437'lik bir artış meydana gelmiştir. Bu artışın gelecek yıllarda da devam edeceği öngörülmektedir.

4.4 AB Ülkelerinin Güneş Enerjisi ve Uygulanan Devlet Teşviklerinin Durumu

Son yıllarda küresel olarak güneş enerjisi pazarı hızlı bir gelişme göstermiştir. Yeni güç üretiminin en önemli kaynağı haline gelen güneş enerjisi 2017 yılında Çin'deki büyük oranda artışa bağlı olarak yeni kurulan nükleer ve fosil yakıt güç kombinlerinden daha fazla kurulu güce sahip olmuştur. 2017 yılı sonunda küresel çapta kapasite üçte bir oranında artarak 402 GW mertebesine ulaşmıştır (REN21, 2018, s. 22).

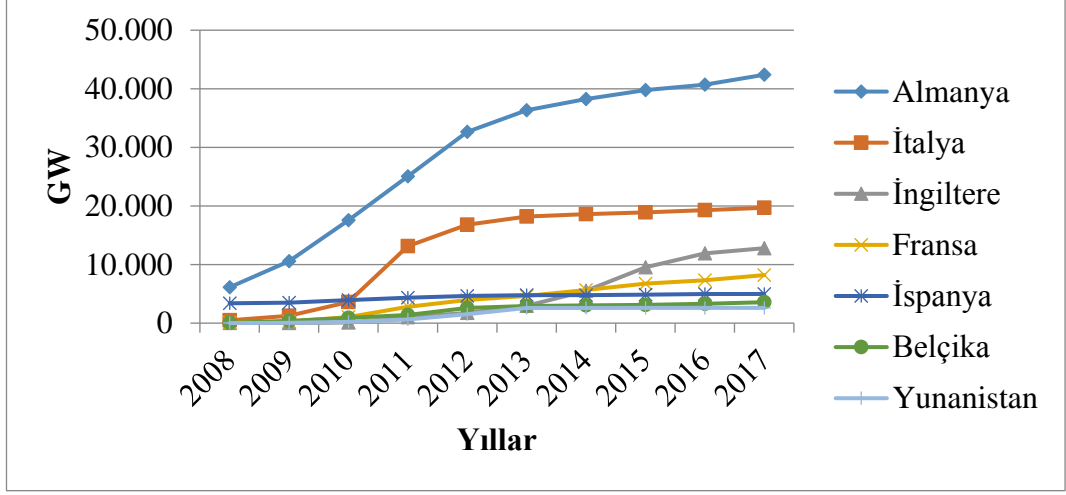
Güneş enerjisi kurulu güç kapasitesi belirli ülkeler etrafında yoğunlaşsa da 2017 yılı sonu itibarı ile her kıtada en az 1 GW kurulum gerçekleştirilmiş ve en az 29 ülke 1 GW'tan fazla kurulu güç inşa etmiştir. Özellikle Almanya, İtalya, Yunanistan ve Japonya'da büyük kapasiteler kurulmuştur (REN21, 2018, s. 22).

2017 yılında sektörde oluşan yoğunluğun etkisiyle güneş enerjisiyle üretilen elektrikte düşük teklif fiyatları oluşmuştur. Düşen fiyatlar ürün performansını azaltmadan yalnızca enerji maliyetlerini azaltmış, bu da ortaya çıkan ürünlerde verimliliği artırmıştır. Öyle ki güneş enerjisi pazarında sunulan düşük fiyatlarda sektör bu denli büyümüş, yeni katılımcılar sektöre girmiş ve hatta petrol ve gaz şirketleri güneş enerjisi sektörüne dahil olmuştur (REN21, 2018, s. 23).

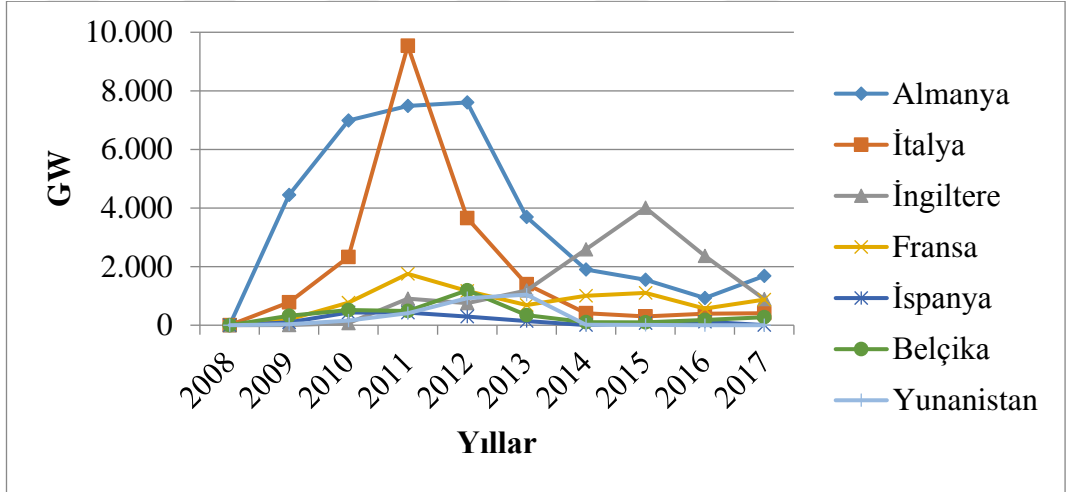
2008-2017 yılları arasında güneş enerjisi pazarı dünyada olduğu gibi Avrupa'da da hızla büyümüştür. AB üyesi ülkelerin 2008 yılında 10,5 GW olan güneş enerjisi kurulu gücü, 2017 yılına 108,9 GW'a yükselmiş, böylece toplam güneş enerjisi kurulu gücü %936 oranında artış göstermiştir (IRENA, 2017, s. 23).

2016 yılı itibarı ile İtalya, Yunanistan ve Almanya'da yıllık enerji talebinin %8, %7,4, %7,1'ini karşılayacak güneş enerjisi kapasitesi mevcuttur. Avrupa'da yirmiden fazla ülke elektriğinin en az %1'ini üretmek için yeterli güneş enerjisi kapasitesine sahiptir. Ayrıca 2002-2011 yılları arasında dünya genelinde kurulu bulunan güneş enerjisi santrallerinin %75'i Avrupa'da bulunmaktaydı (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 441). 2011-2017 yıllarında ise bu oran %53'e düşmüştür. Bu orana yoğunlaştırılmış güneş enerjisi sistemleri de dahil edilmiştir.

Almanya, İtalya, İngiltere, Fransa, İspanya, Belçika ve Yunanistan son 10 yıl içinde hızlı bir FV gelişme göstermiştir. Bu yedi ülkenin FV kapasitesi Avrupa toplamının %90,63'ünü oluşturmaktadır. Diğer Avrupa ülkeleri %9,37'lik kısımdadır. Bunların içinde en dikkat çekenleri Çekya, Avusturya, Bulgaristan, Hollanda ve Romanya'dır (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 442). Şekil 4.6'da bu ülkelerin 2008-2017 yılları arası kurulu güçleri, Şekil 4.7'de ise bu yıllar arasında değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 4.6. 2008-2017 yılları arası kümülatif FV kurulu güç.



Şekil 4.7. 2008-2017 yılları arasında yıllık kurulan FV güç.

2012 yılına kadar İngiltere hariç ülkelerde kurulu güç kapasitesi artış gösterirken 2013 yılından itibaren kurulu güç azalma eğilimindedir. İngiltere 2013 yılından itibaren düzensiz artışlar göstermiştir. 2017 yılında diğer ülkelerde olduğu gibi İngiltere’de de hızlı bir düşüş gerçekleşmiştir (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 442).

Avrupa’da FV pazarındaki ilk hareketlenme 2010 yılında olmuştur. 2005 yılına kadar FV üzerine belirlenmiş bir politika olmadığından kayda değer bir kurulu güç gerçekleşmemiştir. Almanya bu konuda diğer Avrupa ülkelerine öncülük etmiştir.

2007 ve 2008 yılında İspanya FV pazarı ülkede hızlı bir gelişme göstererek büyümüştür. Toplam kurulu güç 2008 yılında İspanyol hükümetinin belirlediği hedefin 500 kW olmasına rağmen 4 GW'a ulaşmıştır. Ancak bu hızlı ve plansız büyümeden sonra, 2009 yılında pazar daralmıştır. Benzer bir durum 2017 yılında Türkiye'de meydana gelmiştir. Bu bağlamda, ülkelerin koydukları ulusal hedefler FV pazarının daha kontrollü büyümesi açısından son derece önemlidir (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 442).

Almanya 2009 yılından bu yana hem yeni kurulan kapasite hem de mevcut kapasite bakımından önemli bir büyüme yaşamıştır. Geçmişe bakıldığında finansal krizden çıkan ülkenin yeni FV yatırımlarına imza atması olarak değerlendirme yapılabileceği gibi, 2008 yılında yaşanan FV patlamanın ülkenin krizden çıkmasına yardımcı olduğu da düşünülebilir (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 442).

En büyük büyümeyi 2010 yılında gerçekleştiren Almanya 7,0 GW ile dünyada eşi görülmemiş bir kurulum rakamına ulaşmıştır. Almanya'nın ardından en fazla kurulum yapan İtalya ve Fransa'nın toplam kurulumu 3,1 GW'lık bir kapasiteye ulaşmıştır (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 442).

2011 yılında FV pazarı maksimum seviyeye ulaşmıştır. İtalya bu yılda 9,5 GW yeni kurulum yapmış, bunu 7,5 GW ile Almanya, 1,8 GW ile de Fransa takip etmiştir. Fransa, söz konusu kurulum kapasitesine aslında 2010 yılında ulaşmıştır ancak, bağlantı anlaşmasının tamamlanması 2011 yılında gerçekleşmiştir (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 442).

2012 yılında başlayan FV pazarındaki düşüş 2013 yılından itibaren büyük AB ülkelerinde kendisini güçlü bir şekilde hissettirmiştir. 2013 yılında kurulu kapasiteye 10,66 GW ilave yapılmış, 2014 yılında ise ilave 7,03 GW olarak gerçekleştirmiştir. Ancak, 2015 yılında İngiltere'deki FV piyasasının gelişmesiyle pazar tekrar ivmelenmiş toplamda 8,5 GW'lık kurulumun, 7,13 GW'ı İngiltere'de gerçekleştirmiştir. İngiltere'yi 1,5 GW ile Almanya'ya, 0,9 GW ile de Fransa takip etmiştir (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 442).

2016 ve 2017 yıllarında düşüş tekrar kendini göstermiş, 2016 yılında 4,5 GW kurulum yapılırken, 2017 yılında 4,1 GW'lık kurulum ile pazar daha da gerilemiştir. Özellikle 2015 yılında piyasayı hızlandıran İngiltere, 2016 yılında 2,3 GW kurulum

yapmıştır. Ancak asıl düşüş 2017 yılında gözlenmiş, İngiltere 2017 yılında 0,9 GW yeni kurulum ile Fransa ile aynı seviyeye gelmiştir. Almanya bu yıl içerisinde önemli bir artış gösterip 1,7 GW yeni kurulum yapmıştır.

Son yıllarda AB ülkelerinde uygulanan temel teşvik politikaları şöyledir (Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 442);

- Tarife Garantisi – Devletin, üretilen elektriği üretim maliyetlerini karşılayacak şekilde kWh başına belirlenen bir fiyat karşılığında yine devletin belirlediği süre boyunca satın alma garantisidir.
- Primli Fiyat Garantisi – Hükümet tarafından garanti edilen, üreticinin toptan elektrik satış fiyatının üstünde kWh başına ödeme aldığı tarife sistemidir.
- Yatırım Sübvansiyonları – Yenilenebilir enerji üretiminin belirli bir yüzdesine ya da spesifik bir yatırımın ön ödeme maliyetinin karşılanmasıdır.
- Vergi İndirimleri – Vergiler, vergi iadeleri, daha düşük KDV uygulamaları veya avantajlı amortisman planları uygulamalarıdır.
- Düşük Kredi – Hükümet tarafından piyasa faiz oranlarının altında sağlanan bir kredi çeşididir.
- Satılabilir Yeşil Sertifikalar – Piyasada el değiştirilebilen, şebekeye üretilen elektriğin satışından elde edilen gelire ek olarak, üreticilerin gelir elde etmesini sağlayan sertifikalardır.
- Ar-Ge Teşvikleri – Ar-ge çalışmalarında verilen sübvansiyonlardır.
- Yarışma Çağrısı – Hükümet tarafından belirlenen kapasite kadar açılan, üreticilerin katılabileceği yarışmalardır.
- Mahsuplaşma ve Öz tüketim modeli.

Çizelge 4.2. AB-5 ülkelerinde FV için uygulanan teşvikler
(Ramirez vd., 2017, Bölüm 2, s. 443)

	Almanya	İtalya	İspanya	Fransa	Yunanistan
Tarife Garantisi Primli Fiyat Garantisi	Aktif	Aktif (2013'te 20 kW kurulu gücün üstündekiler iptal edildi.)	2013 yılında iptal edildi.	Aktif (100 kW üstü)	Aktif
Yatırım Sübvansiyonları	Aktif	Bölgesel Aktif	Aktif	Bölgesel Aktif	Pasif
Vergi İndirimleri	-	Aktif	Aktif	Pasif (2014'te iptal edildi.)	Pasif
Düşük Kredi	Aktif	Aktif	Pasif	Pasif	Pasif
Satılabilir Yeşil Sertifikalar	Aktif	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif
Ar-ge Teşvikleri	Aktif	Aktif	Aktif	Aktif	Pasif
Yarışma Çağrısı	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif	Pasif
Mahsuplaşma- Öz Tüketim	Aktif	Aktif (2015'ten itibaren 500 kW üzeri)	Pasif	Aktif	Aktif (2013'ten beri 20 kW üstü)

4.5 AB-5 Ülkeleri ve Türkiye’de Uygulanan Devlet Teşviklerinin İncelenmesi

4.5.1 Yunanistan

Yunanistan’da FV tarife garantisinin benimsenmesinin yavaş gelişmesinin sebebi olarak, kısa süreli verilen destekler, gerekli lisansların alınması için gereken uzun süreçler, şebeke erişimi için gerekli teknik engeller gösterilebilir.

Yunanistan’da üç ayrı tarife garantisi mekanizması mevcuttur. Bunlar;

- Tarife Garantisi-1, 2006 yılında 3468/2006 sayılı Kanunla yürürlüğe girmiş olan destekleme mekanizması 31 Aralık 2015 yılında belirli geçiş hükümleriyle sona ermiştir.
- Tarife Garantisi-2, 10 kWp’ye kadar olan çatı üstü tesislerin elektrik üretimini destekleyen mekanizmadır. Karşılıklı mahsuplaşma sistemine dayanır. Elektrik sağlayıcı firma tesis sahibine fatura gönderir, eğer çatı üstü tesisin üretimi faturadan fazla ise tesis sahibi ödeme alır. Eğer fatura üretimden az ise tesis sahibi faturanın kalanını öder. Bu tarife bağlantı yapılmasından itibaren 25 yıl geçerlidir.
- Tarife Garantisi-3, 2016 yılından itibaren yenilenebilir tesislere ve kombine ısı ve güç üretim tesislerine verilen teşvik mekanizmasıdır. 2017 yılından itibaren ihale yoluyla verilmeye başlanmıştır ve bundan sonra daha küçük tesislerde bu mekanizmadan yararlanma imkânı sağlamıştır (RES LEGAL, a).

Tarife Garantisi-1’e kadar FV yatırımcıların sektöre ilgisi az olmasına rağmen o yılı takip eden iki yıl için 7940’den fazla başvuru yapılmıştır. O dönemde şebeke bağlantılı tesisler için tarife garantisi 40 ila 50 € ct/kWh arasında değişirken, şebeke bağlantısız tesisler ise 50 ila 55 € ct/kWh arasında değişmiştir (Punda vd., 2017, Bölüm 2, s. 80). Daha yakın tarihe gelindiğinde verilen teşvikler Çizelge 4.3’de gösterildiği şekilde olmuştur.

Çizelge 4.3. Yunanistan’da 2014 yılından sonra uygulanan Tarife Garantisi-1 fiyatları (RES LEGAL, a)

	Tarife Garantisi (€/kWh)		
	Anakaraya ve Şebekeye Bağlı		Anakaraya ve Şebekeye Bağlı Değil
	100 MW'a kadar	100 MW'dan büyük	
Şubat 2014'ten itibaren	11,5	9	9,5
Ağustos 2014'ten itibaren	11,5	9	9,5
2015'ten itibaren	1,2*MASPv-1	1,1*MASPv-1	1,1*MASPv-1

2009 yılında çıkartılan Tarife Garantisi-2 teşvik mekanizması; 10 kW’ye kadar şebeke bağlantılı çatı üstü tesisler ve 5 kW’ye kadar şebeke bağlantısı olmayan çatı üstü tesisleri kapsamaktadır ve tesis bağlantısı yapıldıktan sonra 25 yıl geçerlidir.

Çizelge 4.4. Yunanistan’ın 10 kW’a kadar çatı tipi FV tesislere uygulayacağı Tarife Garantisi (RES LEGAL, b)

Bağlantı Tarihi	Tarife Garantisi (€/kWh)
Şubat 2014	12
Şubat 2015	11,5
Şubat 2016	11
Şubat 2017	10,5
Ağustos 2017	10
Şubat 2018	9,5
Ağustos 2018	9
Şubat 2019	8,5
Ağustos 2019	8

Tarife garantisindeki teknoloji çeşitliliği 3486/2006 sayılı Kanunla karara bağlanmıştır. Bununla birlikte FV sistemler haricindeki diğer yenilenebilir kaynakların da tarife garantisine dahil olması sağlanmıştır. Yine bu çıkan kanunla birlikte eğer üretici hali hazırda toplam maliyetinin %20’sini aşan başka bir destek alıyorsa tarife garantisinde azalma olacaktır. 5 MW kapasiteye kadar olan tesislerde 85 €/MWh, 5

MW'ın üstündeki kapasitelerde ise 82 €/MWh tutar belirlenmiştir (Punda vd., 2017, Bölüm 2, s. 80).

Yunanistan'da uygulanan üçüncü teşvik mekanizması olan Tarife Garantisi-3, güneş enerjisi alanında sadece konsantre güneş enerjisini içermektedir. 500 MW'tan küçük güneş santrallerinde geçerli olan bu mekanizmada MWh başına 257-278 € ödeme yapılmaktadır (RES LEGAL, c).

4.5.2 Almanya

Almanya'da 100 kW'lık santrallere kadar yenilenebilir enerji kanunu olan EEG 2017'de belirtildiği gibi tarife garantisi uygulanır. Tarife garantisi, kurulan tesisin şebeke elektriğini beslediği aylarda finansal destek olarak gerçekleşir. Ayrıca büyüklüğüne bakılmaksızın tüm tesislere %20'lik bir kayıp ile tarife garantisi uygulanır. Ancak bu uygulama bir takvim yılı içinde ardı ardına üç aydan uzun ve altı aydan fazla olamaz. Tarife tutarı kanunla belirlenir ve devreye alınma tarihinden itibaren 20 yıl süre ile ödenir. Güneş enerjisi santrallerinin; şebekenin aşırı yüklenmesi riskine karşı ve aynı zamanda anlık gerçek besleme gücünün raporlaması için uzaktan kontrol edilebilir olması şartı vardır. Ayrıca kurulan tesisin kanunun gerektirdiği şekilde tescili yapılmamış ve tesis Federal Ağ Ajansına kaydettirilmemiş ise verilen tarife garantisi sıfıra indirilir (RES LEGAL, d).

EEG 2017'de güneş enerjisine verilen tarife garantisi kurulan tesisin bölgesine ve kurulu kapasiteye bağlıdır. Cephe ve yere monte edilen sistemlerde kapasiteye ve tesisin kurulduğu bölgeye bağlı olarak uygulanan tarife garantisi; kWh başına 8,91-12,70 € ct, minimum kWh başına 0,4 € ct'dir. Uygulanan tarife garantisinde her ay %0,5'lik bir indirim söz konusudur. EEG 2017 yıllık 2.500 MW yeni kurulu güç oluşturulmasını hedeflemektedir. Bu çerçevede yıllık hedefe ulaşırsa indirim oranı %0,5'ten %2,8'e çıkarılır. Eğer hedefe ulaşılamaz ise indirim oranı düşürülür ve tarife oranının %3 oranına kadar artırılır (RES LEGAL, d).

4.5.3 İtalya

Uygulanan teşviklerle İtalya’da FV kaynaklı elektrik üretimi artış göstermiş, 2001 yılında “FV Çatılar” olarak adlandırılan ilk teşvik sistemi hayata geçirilmiştir. Bu sistem ile 1 kW-20 kW arasında kurulan tesislerin yatırım maliyetlerinin %75’ine kadar yatırım desteği sağlanmıştır. İtalya hükümeti ayrıca CE adı verilen teşvikleri de hayata geçirmiştir. 2005 yılında 1.CE programını hayata geçirilmiştir. Bu program FV sistemleri yaygınlaştırmak için tarife garantisi ve primli fiyat garantisi teşviklerini benimsemiştir. 1. CE programı kapsamında;

- Şebekeye verilen elektriğin satılması,
- Tepe gücü 20 kW’a kadar olan FV sistemlerde net ölçüm sisteminin alternatif kullanımı,
- Tepe gücü 1000 kW’a olan FV sistemlerde primli fiyat garantisi uygulanması bulunmaktadır.

Tepe gücü 20 kW’a kadar olan tesisler için primli fiyat garantisi sadece öz tüketimi olan tesisleri kapsamıştır ve primler program kapsamında 20 yıl ödenmiştir. 1.CE programı Mart 2006’da 500 MW’lık kurulu güç hedefine ulaşılmasıyla sona ermiştir.

2007’de uygulamaya konulan 2.CE programı 1200 MW’lık kurulum hedefini kapsamıştır ve bu programda da primli fiyat garantisi teşviki verilmiştir. Primler 20 yıl boyunca ödenmiş, 2008’den sonra kurulan FV sistemler için primli fiyat garantisi her yıl %2 azaltılmıştır.

2011 yılında yürürlüğe giren 3.CE programında İtalyan hükümeti 3.500 MW’lık kapasiteye ulaşmayı planlamıştır. Bu programında ödemesi süresi 20 yıl olup 2012 yılından sonra kurulan FV sistemler için primli fiyat garantisi her yıl %2 azaltılmıştır.

2011 yılının ikinci yarısında 4.CE programı yürürlüğe girmiş, 3.CE programında tanımlanan aynı FV sistem kategorileri uygulanmıştır. Üretilen elektrik için ödenen primli fiyat garantisi aylık bazda azaltılmış, primler diğer programlarda olduğu gibi 20 yıl boyunca ödenmiş ve 2012’nin ağustos ayında sona ermiştir.

Programın bu tarihte bitmesinin sebebi İtalyan hükümetinin koyduğu, ödenen küresel teşvik tutarının 6 milyon €/yıl hedefine ulaşmasıdır.

Bir diğer program, ödenen teşvik tutarının 6,7 milyon €/yıl olarak belirlendiği ve Eylül 2012’de yürürlüğe giren 5.CE programıdır. Bu program öncekilerden farklı olarak şebekeye verilen net elektriğin payına değişiklikler getirmiştir. 5.CE programı önceki teşvik ödemelerini neredeyse yarıya indirmiştir. Buna ilave olarak ödemeler sadece öz tüketimi olan FV tesislere yapılmıştır. Bu programında ödeme süresi 20 yıldır, ancak FV sistemlerin artırılmasını destekleyemediği için Temmuz 2013’te kaldırılmıştır.

5.CE programının bitmesiyle İtalyan hükümeti FV sistemlerin gelecekteki kurulmasını desteklemek için teşvik sistemini kökten değiştirmiştir. Tarife garantisi ve primli fiyat garantisi teşvikleri düşürülmüş, yerine yeni vergi programı getirilmiştir. Halen yürürlükte olan bu vergi sistemi ile FV tesisin kurulu olduğu ev sahiplerinin veya kiracıların FV tesisinin faaliyet gösterdiği 10 yıllık süreçte bir vergi iadesini sistemi getirilmiştir. Bu sisteme göre;

- 2014 yılı bitmeden yapılan harcamaların %50’si
- 2015 yılı boyunca yapılan harcamaların %40’ı
- 2015 yılından sonra yapılan harcamaların %36’sı karşılamaktadır (Orioli ve Gangi, 2017, Bölüm 3, s. 58).

İtalya’da mevcutta uygulanan iki adet tarife garantisi teşviki vardır. Bunlardan ilki “tariffa onnicomprensiva” olarak adlandırılan 1 kW ile 0,5 MW kurulu güç aralığında fotovoltaik tesisler hariç tüm yenilenebilir tesislere tarife garantisi ya da alternatif olarak primli tarife seçme hakkı veren teşviktir.

İkinci tarife garantisi “Ritiro dedicato” olarak isimlendirilen, klasik tarife garantisinden ziyade elektrik satışının düzenlenmesine ilişkin bir teşvik programıdır. GSE, olarak adlandırılan enerji satışını üreticiler adına gerçekleştiren ve bu nedenle üreticilerin serbest piyasaya doğrudan enerji satmasına gerek kalmayan bir yapıdır. Bu nedenle GSE, üreticiler ile piyasa arasında bir aracı olarak düşünülebilir. Bu sistem yenilenebilir enerjinin pazara daha kolay erişimini sağlar. Başka destek mekanizmalarından yararlanmıyorsa 1 MW kapasiteye, başka destek mekanizmalarından yararlanıyorsa 100 kW kapasiteye kadar olan FV tesisler, enerji

otoritesi ve piyasa tarafından belirlenen minimum tarife arasından seçim yapar. Tarife Garantisi minimum ödemedden 1 yıl geçerlidir. Ödemeler AEEG 280/07 kanunda hesaplanan minimum tarifelere göre yapılır (RES LEGAL, e). Buna göre;

- Üretimi 3.750 kWh'e kadar olan tesislere kWh başına €ct 10,
- Üretimi 3.750 kWh ile 25.000 kWh arasında olan tesislere kWh başına €ct 9,
- Üretimi 25.000 kWh ile 2.000.000 kWh arasında olan tesislere kWh başına €ct 7,6,
- Üretimi 2.000.000 kWh'in üstündeki tesisler için ise pazar fiyatı uygulanmaktadır (RES LEGAL, 2012, s. 33).

Ayrıca tesislerin kapasitelerine ve şartlarına bağlı olmak koşuluyla yıl içinde en az bir gün için geçerli olmak üzere Elektrik Hizmetleri GSE yönetimine doğrulama ve kontrol maliyetlerini karşılamak için 3 kW'a kadar olan tesisler hariç olmak üzere ödeme yapılır. Bu ödeme şu şartlar dahilinde hesaplanır ve yapılır,

- 1-20 kW kapasite arasında olan tesisler için 0,7 €/kW
- 20-200 kW kapasite arasında olan tesisler için 0,65 €/kW
- 200 kW'dan büyük tesisler için 0,6 €/kW. (Orioli ve Gangi, 2017, Bölüm 3, s. 58).

4.5.4 Fransa

Fransa'da güneş enerjisine verilen tarife garantisi "Tarif d'achat" olarak adlandırılan bir destekleme mekanizmasıdır. Yenilenebilir tesisin ürettiği elektriğin şebekeye verilmesine karşın, kanunlarda belirlenen fiyatların tesis sahibine ödenmesi sistemine dayanır. Bununla birlikte Fransa'da daha esnek bir "Enerji Transfer Yasası" yürürlüğe girmiştir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji üreticileri ürettikleri elektriği sadece ulusal elektrik tedarikçisine vermek zorunda kalmamaktadır. Ekim 2016 yılında akreditasyon alan %100 yenilenebilir kaynaklardan enerji sağlayan "Enercoop" kooperatifi bu bağlamda önemli bir gelişmedir. Maksimum 100 MW kurulu kapasite için 75 adet alım sözleşmesi ile sınırlıdır.

Çizelge 4.5. Fransız hükümetinin Ocak 2016'dan geçerli olmak üzere uyguladığı fiyatlar (Ecolgique-solidaire)

Kurulum Tipi		Tarife Garantisi (€/kWh)			
		1 Ocak-1 Mart 2016	1 Nisan-30 Haziran 2016	1 Temmuz-1 Eylül 2016	1 Ekim-1 Aralık 2016
Çerçeveye Entegre	0-9 kW	25,01	24,63	24,26	23,90
Çerçeveye Sabitlenmiş	0-36 kW	13,82	13,27	12,74	12,49
	36-100 kW	13,13	12,61	12,10	11,86
Herhangi Bir Kurulum Türü	0-100 kW	5,96	5,80	5,65	5,51

Çizelge 4.5'te gösterilen fiyatlar sadece binalara monte edilen ve 100 kW'ı geçmeyen FV tesislerinde geçerlidir. Tarifeler minimum ödeme garantilidir ve artabilir. Tarife oranı yatırımın maliyetine ve işletme maliyetine bağlıdır. Ayrıca üretilen elektrik, toplam üretilen elektriğe bağlı olarak ve elektriğin ulusal enerji hedeflerine ulaşma derecesine göre primlenebilir. Fransa'nın denizaşırı topraklarında bulunan tesisler özel tarifelere tabidir (RES LEGAL, f).

4.5.5 İspanya

İspanya'da 2007 yılında yayınlanan "Kraliyet Kararnamesi" ile yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerjiye yeni bir düzenleme getirilmiştir. Bu düzenlemeyle kapasiteye bağlı uygulamanın yanı sıra "Tarife Garantisi ve Primli Tarife Garantisinin" birleşik olarak tüm yenilenebilir tesisler için uygulandığı görülmüştür. Düzenlemeye göre yüksek verimliliği olan ve reaktif enerji kullanan tesisler bonus prim almıştır ve 100 MW'ı geçmeyen tesislerde uygulanmaktadır. 50 MW kapasiteye kadar olan tesislerde ise yatırımcılara Tarife Garantisi ya da piyasa fiyatı üzerinden Primli Tarife Garantisi'nden birini seçme seçeneği sunulmuştur. FV tesislerde 25 yıl boyunca, her yıl belli bir miktar düşüş olacak şekilde Tarife Garantisi tesis üretim

yaptığı süre boyunca devam etmiştir. Eylül 2008’de FV sistemlerde uygulanan Tarife Garantisi mekanizmasında yeni tarifeler ve yeni sınırlar belirlenmiştir. Eylül 2008’den önce şebeke bağlantısı yapılmış ise sistemin büyüklüğüne göre tutar 23 €/kWh ile 44 €/kWh arasında değişiklik göstermiştir. Kanunla birlikte 2009 yılı itibariyle 371 MW kurulum kapasitesi hedefi 500 MW olarak güncellenmiş olup zemine kurulan sistemlerde 32 €/kWh, çatıya kurulan sistemlerde 34 €/kWh’lik Tarife Garantisi belirlenmiştir (IEA). İspanyol hükümeti 2013 yılından itibaren bozulan ekonomik durum nedeniyle tüm FV sistemlere verilen teşvikleri askıya almıştır ve teşviklerin bir daha verilip verilmeyeceği belli değildir. Ancak daha önce tarife garantisi ile üretime başlamış tesislerin bundan etkilenmeyeceğine karar verilmiştir. Bu karmaşık durum nedeniyle FV pazarı İspanya’da hak ettiği kadar büyüyememiştir. Tarife garantisi yerine 100 kW’a kadar olan tesislerinde şebeke bağlantısı ve piyasa fiyatı almasına izin veren uygulama da kullanılmıştır. Tarife garantisi mekanizması askıya alınmadan önce çatıya kurulu tesislerde 20 kW’a kadar 28,3 €/kWh, 20 kW’dan sonra 15,7 €/kWh’lik bir ödeme yapılırken, zemine kurulan tesislerde ise kapasiteden bağımsız olarak 12,2 €/kWh’lik bir tarife garantisi 30 yıl süreyle uygulanmıştır. Şu anda İspanya’nın uyguladığı herhangi bir teşvik mekanizması bulunmamaktadır (PV-magazine). Sadece devletin açtığı büyük FV ihaleleri yapılmaktadır.

4.5.6 Türkiye

Türkiye’de uygulanan tarife garantisi YEKDEM adı altında uygulanmaktadır. YEKDEM Türkiye’nin ilk kez uyguladığı yenilenebilir enerji teşvik mekanizmasıdır. Türkiye’de lisanslı üretim yapan FV tesislerinin yararlanabileceği YEKDEM’de elektrik üretimi sabit fiyat garantisi ile desteklenmektedir. Ayrıca uygulanan sabit fiyata, kurulacak tesiste kullanılan bileşenlerin yerlilik oranına göre ek ödeme yapılmaktadır. FV tesislerinde üretilen elektriğe verilen sabit fiyat 6,2 €/kWh, yerli aksam kullanımından ilave olacak tutar ise 0,5-5,7 €/kWh arasında değişmektedir. 600 MW kapasite ile sınırlı bu teşvik mekanizmasından 2020 yılı sonuna kadar devreye alınmış FV tesisleri yararlanabilecektir. YEKDEM haricinde çatılara kurulacak FV sistemlerinde 10 kW’a kadar vergi muafiyeti uygulanmaktadır ve bu tesisler öz tüketim modeliyle çalışmaktadır. Ancak üretimleri tüketim miktarlarını geçerse elektrik sağlayıcısına piyasa fiyatından ürettikleri elektriği satabileceklerdir.

4.6 AB-5 Ülkeleri ve Türkiye'nin Kurulu FV Kapasitesinin Güneş Enerjisi Geliri ile Bağlantısı

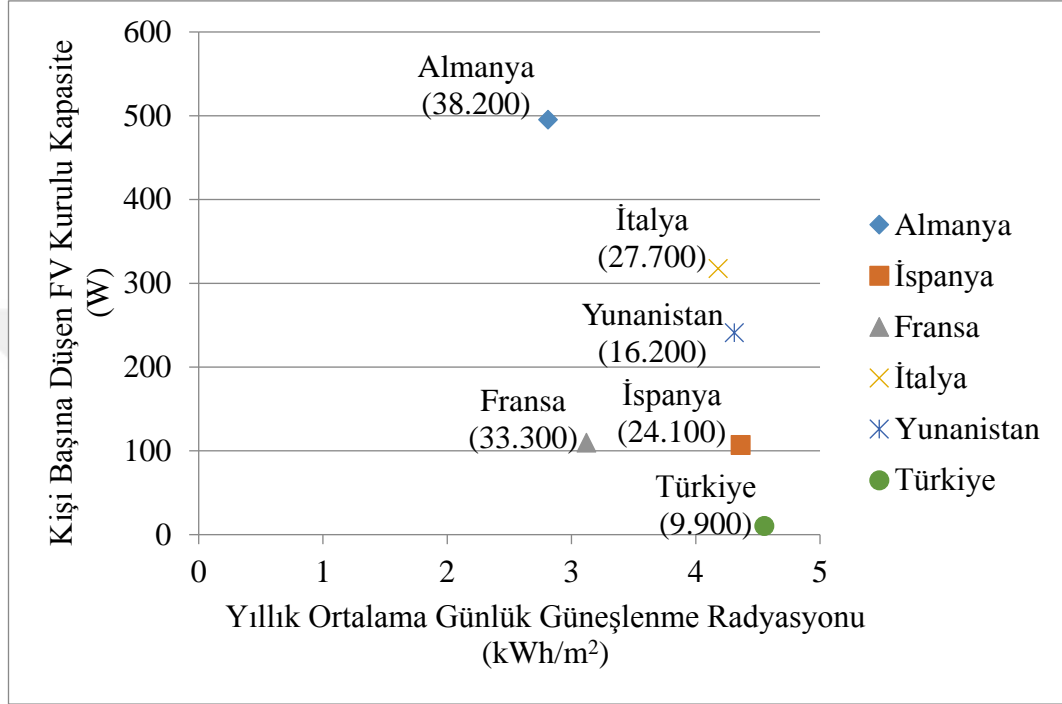
Bu bölümde Çizelge 4.6'da verilen yıllık ortalama güneşlenme radyasyon değerleri ve 2016 yılı FV kurulu kapasite değerleri kullanılarak AB-5 ülkeleri ve Türkiye'nin, Çizelge 4.1'den kullanılan Nüfus değerleriyle, kişi başına düşen kurulu FV kapasitesinin yıllık ortalama günlük güneşlenme radyasyon değerleriyle kıyaslaması yapılacaktır.

Çizelge 4.6. AB-5 ülkeleri ve Türkiye'nin FV kapasitesi ve günlük güneşlenme radyasyon değerleri (Çelik vd., 2009, Bölüm 2, s. 851)

	Yıllık Ortalama Günlük Güneşlenme Radyasyonu (kWh/m ²)	Toplam Kurulu FV Kapasite (MW)		1 Ocak 2017 Elektrik Fiyatları (€/kWh) (Eurostat,1)
		2016	2017	
Almanya (Berlin)	2,81	40.714	42.394	0,1389
İspanya (Madrid)	4,36	4.973	4.978	0,1805
Fransa (Paris)	3,12	7.320	8.195	0,1089
İtalya (Roma)	4,18	19.283	19.692	0,1332
Yunanistan (Atina)	4,31	2.604	2.604	0,1139
Türkiye (Ankara)	4,55 (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Md)	833	3.421	0,0845

Ülkelerin FV sistemlerden elektrik enerjisi üretmesindeki en önemli etken kuşkusuz buldukları coğrafyanın güneşlenme potansiyelidir. Ancak bunun tek başına yeterli olmadığı yapılan bu çalışmada da gösterilmektedir. Güneş enerjisinden elektrik üretmede diğer önemli etkenin gelir düzeyi olduğu karşımıza çıkmaktadır. Bir ülkenin kurulu gücünün olması gereken kapasiteye ulaşip ulaşmadığını ölçmenin en

etkili yolu, kurulu güç kapasitesinin benzer güneşlenme potansiyeline ve ekonomik düzeye sahip ülkelerin kıyaslanmasıdır. Ancak burada da kıyaslanan iki ülkenin güneş enerjisine olan devlet politikaları, nüfusu, GSYİH değerleri sonucu etkilemektedir. Bu yüzden yapılacak olan çalışmada tüm bu parametreler ışığında bir analiz yapılacaktır (Çelik vd., 2009, Bölüm 2, s. 852).



Şekil 4.8. Kişi başına düşen kurulu FV kapasite ile yıllık ortalama günlük güneşlenme radyasyonu denklemi (Parantez içindeki rakamlar ülkelerin € cinsinden kişi başına düşen GSYİH değerleridir).

Verilen ülkeler arasında Almanya kişi başına 495 W kurulu FV kapasite ile istatistiklerde ön sıradadır, bunu 318 W ile İtalya izlemektedir. Almanya ve İtalya dışında kişi başı 200 W kurulu FV gücü aşan ülke 241 W ile Yunanistan'dır. Fransa ve İspanya kişi başı 100 W kurulu FV sınırını aşan ülkelerdir. Yıllık ortalama günlük güneşlenme geliri dikkatle incelendiğinde, İtalya, Yunanistan, İspanya'dan oluşan 3 ülkenin yıllık ortalama ışınım seviyesinin 4 kWh/m²-gün'den fazla olduğu görülecektir. Bu sayılan ülkeler içinde bir tek İtalya elde ettiği ışın gelirisinin karşılığını alabilmekte olup diğer 2 ülke bu potansiyeli kullanma konusunda başarısız olmaktadır. En az ışın seviyesine sahip ülke olmasına rağmen AB-5 arasında Almanya en az güneş enerjisi ile en fazla kişi başına düşen FV kurulu kapasiteye sahip ülke olmuştur.

Almanya'nın FV kurulu gücündeki bu büyük kapasitesi 10 yıllık süreçte 30 W seviyelerinden bu seviyelere gelmiştir.

Türkiye'de ise kişi başına düşen FV kapasite 11 W olmuştur. Kıyaslama yapılan AB-5 ülkeleri arasında en yüksek güneşlenme potansiyeline sahip ülke konumundaki Türkiye'nin performansı çok düşük kalmıştır. 2016-2017 yıllarından sonra hareketlenen FV Türkiye pazarı 2017 yılında 43 W'lık kişi başına düşen FV kapasiteye ulaşmıştır. Ancak bu da AB-5 ülkeleri arasındaki en düşük kapasiteye sahip Yunanistan'dan yaklaşık beş kat düşüktür.

Türkiye'den sonra en iyi güneşlenme potansiyeli olan ancak etkin bir şekilde kullanamayan İspanya son 10 yılda FV kurulu gücünü 1,5 kat artırmış ancak AB-5 ülkeleri arasında 10 yıllık kapasite artırmada da en geri kalmıştır. İspanya neredeyse tüm Avrupa ülkelerinden güneş enerjisi potansiyeli bakımından üstün durumdayken bu potansiyelini verimli bir şekilde hayata geçiremediği görülmektedir.

Ülkelerin FV gelişimini ekonomik açıdan da değerlendirilebilir (bkz. Şekil 4.8). Buna göre ülkeler kişi başına düşen gayrisafi milli hasıla tutarı bakımından 3 gruba ayrılırsa, düşük grup € 9.900-€ 20.000 arası, orta grup € 20.001-€ 30.000 bandı ve yüksek grup € 30.000 üzeri olarak sınıflandırılır. Şekil 4.8'de 4 kWh/m²-gün güneş ışını limitini aşan ülkelere bakacak olursak, İspanya ve İtalya orta gayrisafi milli hasıla bandında olup, Yunanistan ve Türkiye ise düşük gayrisafi milli hasıla bandındadır. Bu bandta İtalya sahip olduğu güneş ışınım potansiyelini iyi değerlendirmiş olup yüksek kurulu FV kapasiteye sahiptir. Yüksek güneşlenme potansiyeline karşılık düşük FV kapasiteye sahip olan İspanya orta gayri safi milli hasıla grubunun en başarısız ülkesi konumundadır.

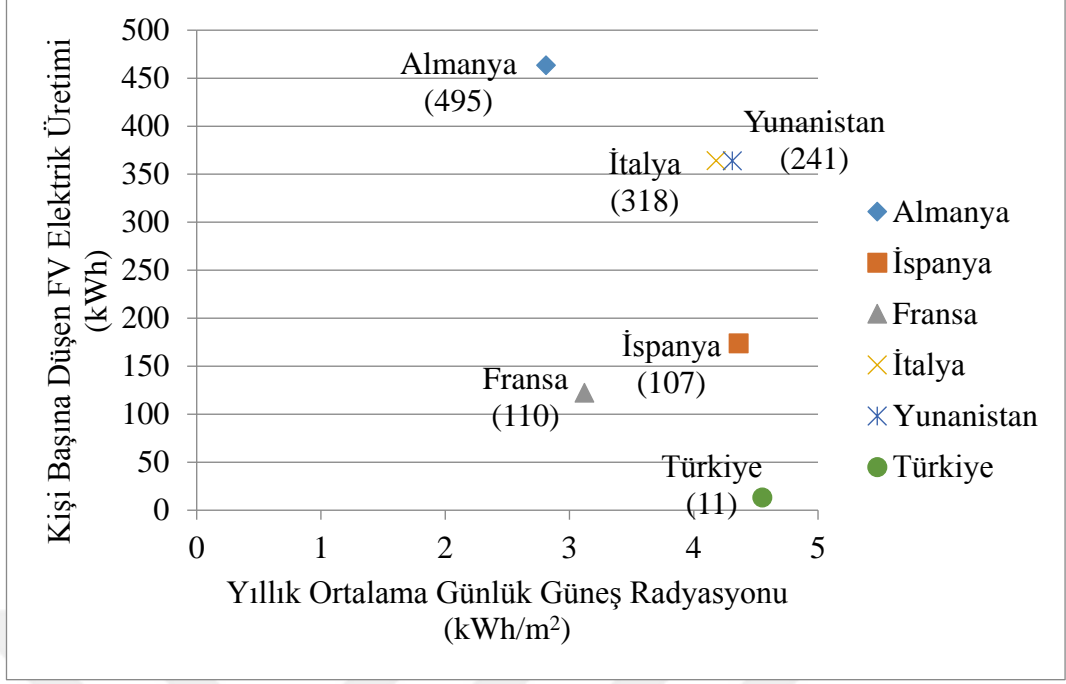
Yüksek gayri safi milli hasıla grubunda olan Fransa ve Almanya'dan hiç şüphesiz en başarılı olanı Almanya'dır. Almanya, güneş ışınım potansiyelinin göreceli olarak düşük olmasına rağmen en büyük kurulu FV kapasiteye sahiptir. Bu gayrisafi milli hasıla bandında, Almanya'ya zıt olarak, yüksek gayrisafi milli hasılaya sahip olup kişi başına düşen FV kapasitesi 100 W civarında olan Fransa dikkat çekmektedir. Ancak, Fransa'nın da orta gelir bandında olan iki ülkeden daha düşük seviyede güneş ışınım potansiyelinin olduğu unutulmamalıdır.

Türkiye'nin de bulunduğu düşük gayrisafi milli hasıla grubuna bakıldığında; Yunanistan'ın güneş potansiyeli oldukça düşük olmasına rağmen aldığı güneş ışınımını çok iyi kullandığı görülmektedir. Yunanistan üretim konusunda orta ve yüksek gelir grubunda bulunan İspanya ve Fransa'yı geride bırakmıştır. 4 kWh/m²-gün güneş ışını limitini aşan ülkeler arasında güneşten en çok kazanç sağlayan ülkenin Yunanistan olduğunu söyleyebiliriz.

Türkiye AB-5 ülkeleri ile karşılaştırıldığında en yüksek güneşlenme potansiyeli, ancak en düşük gayri safi milli hasılası olan ülkedir. Türkiye'deki FV pazarın gelişme sürecinde olması hem gayri safi milli hasılaya pozitif katkı sağlayacak hem de kurulu gücünü artıracaktır. Ancak, Yunanistan bu konuda son derece başarılı bir örnek teşkil etmekte olup, Türkiye'ye yakın bir güneşlenme potansiyeline sahip olmasına ve düşük gelir grubunda yer almasına rağmen oldukça iyi bir performans göstermiştir.

4.7 AB-5 Ülkeleri ve Türkiye'nin FV Elektrik Üretimine Güneş Enerjisi Geliri ile Bağlantısı

Ülkelerin FV kurulu güç kapasiteleri yukarıdaki analizlerden de görüldüğü gibi her zaman güneşlenme potansiyeliyle doğru orantılı değildir. Sahip oldukları FV kurulu gücünden ürettikleri elektriğin nüfusa oranı, ülkenin kişi başına düşen FV elektrik üretimini vermektedir. Kişi başına düşen FV elektrik üretimi üzerinde, güneşlenme potansiyelinin etkisi kadar ülkelerin sahip oldukları kişi başı FV kurulu güçleri de etkilidir. Yüksek güneşlenme potansiyeline sahip ülkelerin FV sistemlerden elektrik üretiminin düşük olduğu, düşük güneşlenme potansiyeline sahip ülkelerinde yüksek elektrik üretimi sağladığı görülmüştür. Bunun birden fazla sebebi olacağı gibi gayri safi milli hasıla da burada etkindir. Kurulan FV sistemlerin verimli bir şekilde işletilmesi üretilen elektriği artırdığı gibi sistemlerin kurulumu için söz konusu yatırımın da verimli kullanıldığı anlamına gelmektedir.



Şekil 4.9. Kişi başına düşen FV elektrik üretimi ile yıllık ortalama günlük güneşlenme radyasyonu denklemi (Parantez içindeki rakamlar ülkelerin kişi başına düşen kurulu FV kapasite değerleridir (W)).

Şekil 4.9 incelendiğinde 4 kWh/m²-gün güneş ışını limitini aşan ülkeler içerisinde 364 kWh'lık kişi başı FV üretim ile İtalya ve Yunanistan ilk sıradadırlar. Ancak İtalya'nın yıllık ortalama günlük güneş radyasyonu Yunanistan'dan çok küçük bir miktar az olması bu grup içinde İtalya'yı en başarılı ülke konumuna taşımıştır. 4 kWh/m²-gün güneş ışını limitini aşan ülkelerden AB-5 ülkeleri arasında en başarısız olanı yine İspanya'dır. 174 kWh'lık üretim ile Fransa'nın önüne geçmiştir ancak Fransa'nın yıllık ortalama günlük güneşlenme radyasyon değeri İspanya'nın çok altındadır.

Almanya, kişi başına düşen FV elektrik üretimi bakımından AB-5 ülkeleri içerisinde tartışmasız ilk sırayı almaktadır. Düşük güneşlenme potansiyeli olmasına rağmen kurulu potansiyelinin ve bu potansiyelini en verimli şekilde kullanmasıyla Almanya FV konusunda diğer ülkelerin çok üstündedir.

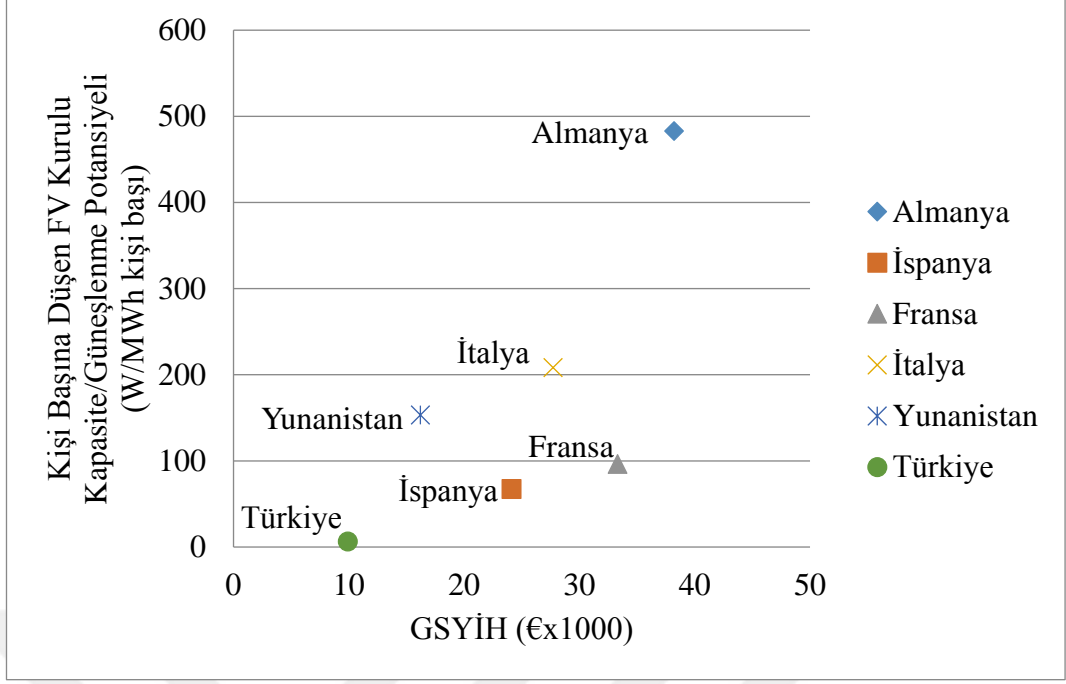
Türkiye'nin kişi başına düşen FV elektrik üretimi 13 kWh'te kalmıştır. Bu değerle, 4 kWh/m²-gün güneş ışını limitini aşan ülkeler arasında son sıradadır.

Güneşlenme potansiyeli bakımından en yakın AB-5 ülkesi olan İspanya'nın çok altındadır. Keza İspanya AB-5 ülkeleri arasında potansiyelini en az kullanan ülkedir.

Kişi başına düşen FV elektrik üretimi ile kişi başına düşen FV kurulu gücü incelenecek olursa, Almanya kişi başına 495 W'lık kurulu güç kapasitesi ile en yüksek elektrik üretimini yapmıştır. İncelenen ülkeler içerisinde, kişi başına 11 W ile en düşük kurulu güç kapasitesine sahip olan Türkiye doğal olarak en düşük FV elektrik üretimi değerine sahiptir. Bu parametreden yola çıkarak, ülkelerin kişi başına düşen FV kurulu güçleri ile kişi başına düşen FV elektrik üretimleri arasında her zaman geçerli bir korelasyon olduğu düşünülebilir ancak Yunanistan ve İspanya'nın bu korelasyonu bozduğu görülmektedir. Yunanistan, hemen hemen aynı güneşlenme potansiyeline sahip İtalya'dan daha az kişi başı kurulu kapasiteye sahip olmasına rağmen aynı miktarda kişi başına FV elektrik üretimi gerçekleştirmiştir. İspanya ise Fransa ile hemen hemen aynı kişi başı FV kurulu güce sahipken, sahip olduğu güneşlenme potansiyelini avantaja çevirip Fransa'nın önüne geçmiştir.

4.8 AB-5 Ülkeleri ve Türkiye'nin Güneşlenme Potansiyeline Göre Kişi Başına Düşen Kurulu FV Kapasitenin GSYİH ile Bağlantısı

Ülkeler güneş enerjisi politikalarını belirlerken birden fazla parametreden yararlanırlar. Birim güneş ışını geliri, gayri safi milli hasıla, sübvansiyonlar, ülkenin mevcut enerji durumu, ülkenin mevcut kurulu güneş enerjisi kapasitesi gibi veriler önemli etkenlerdir. Bu bağlamda, bu çalışmada ülkelerin sahip oldukları imkanlar dahilinde FV gelişmede beklenen seviyeye ulaşıp ulaşamadıklarını analiz etmek için kişi başına düşen FV kurulu kapasitenin güneş ışını gelirine bölümü (W/MWh kişi başı) ülkelerin GSYİH'si ile karşılaştırılacaktır. Bu analiz farklı ekonomik büyüklükte ve farklı güneş ışını geliri olan AB-5 ülkelerinin ve Türkiye'nin karşılaştırılmasını mümkün kılar. Şekil 4.10'da verilen grafikte AB-5 ve Türkiye'nin performansları gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Kişi başına düşen FV kurulu kapasitenin güneş ışını gelirin oranının GSYİH ile kıyaslanması.

Ülkeler performanslarına göre iki gruba ayrılmıştır. Yunanistan, İtalya ve Almanya AB-5 ülkeleri arasında en iyilerdir. 2016 yılı itibarı ile Almanya 40.716 MW ve İtalya 19.283 MW kurulu güce sahiptir. Kurulu güç bakımından oldukça iyi seviyede olan bu iki ülkenin uygulamış oldukları teşvikler de performanslarını artıran önemli etkenlerdendir. Almanya hükümeti “Yenilenebilir Enerji Yasası” ile çatı ve cepheye monte edilen FV sistemlerle, yere monte edilen FV sistemlere kurulu gücüne bağlı olarak 8,91 €/kWh ile 12,70 €/kWh tarife garantisi vermektedir. İtalya hükümeti ise 2001 yılından beri hayata geçirdiği çeşitli teşvik mekanizmalarıyla ülkedeki FV pazarını büyütüştür. İtalya hükümeti son yaptığı çalışmada FV tesislerinin üretim miktarına göre değişen tarife garantisi sunmuştur ve 10 €/kWh ile 7,6 €/kWh arasında değişen tarife garantisi oluşturmuştur.

Yunanistan bu grubun güneş enerjisinden en iyi kazanç sağlayan ülkesidir. Çünkü diğer iki ülkeye nazaran düşük GSYİH’ye sahip olmasına rağmen güneş ışını gelirini iyi değerlendirip önemli miktarda PV sistemlerini kurmuştur. Ayrıca Yunan hükümetlerinin 2006 yılından beri PV sistemlerine verdiği 40-50 €/kWh teşvikler sayesinde kurulu güç önemli ölçüde artırılmıştır. Daha sonra teşvikler bir miktar azalsa

da hem çatı üstü sistemlere hem de yere monte sistemlere verilen 11,5 €/kWh ile 9,5 €/kWh arasında değişen teşviklerle AB-5 ülkeleri arasında iyi bir konuma yükselmiştir.

En iyi performans göstermiş üç ülkeden Almanya hariç diğer ikisi benzer iklim şartlarında ve benzer güneş ışını seviyesindedir. Almanya yüksek gelir grubu olan ülkeler arasında olup GSYİH'sı € 30.000'dan yüksek olan tek ülkedir. Bu da Almanya'nın düşük güneş ışını gelirinine karşın yüksek performans göstermesindeki en önemli etken olarak değerlendirilebilir. İtalya ve Yunanistan benzer güneş ışını geliri olmasına rağmen, Yunanistan € 9.900-20.000 aralığında olan düşük gelir grubu ülkeler arasında, İtalya ise GSYİH'sı € 20.001-30.000 olan orta gelir grubu ülkeler arasındadır. Gelir dağılımdaki bu farklılık ülkelerin kişi başına düşen W/MWh cinsinden performanslarını etkilemiştir.

Düşük performans göstermiş AB-5 ülkeleri İspanya ve Fransa incelenecek olursa, İspanya'nın diğer analizlerde olduğu gibi burada da düşük performans gösterdiğini görmekteyiz (Şekil 4.10). İspanya 2016 yılında 4.973 MW'lık kurulu gücü ile AB-5 ülkeleri arasında en iyi güneş ışını gelirinine sahip olmasına rağmen en kötü üretim performansı gösteren ülke olmuştur. Aslında bu düşük performansın sebebi 2013 yılından beri ülkede yaşanan ekonomik kriz ve buna paralel olarak geri çekilen teşvikler olmuştur. İspanya hükümeti geriye dönük on yıllık süreçte FV kurulu kapasitesine ancak yaklaşık 1.700 MW civarında bir katkı yapabilmıştır. İspanya'da Tarife garantisi formunda uygulanan teşviklerin askıya alınmasını izleyen süreçte 2013 ve 2016 yılları arasında eklenen kurulu güç sadece 188 MW ile sınırlı kalmıştır. Bu veriler İspanya'nın sahip olduğu göreceli olarak yüksek güneş ışını gelirinini etkili bir şekilde kullanılmadığını göstermektedir. Orta gelir grubunda bulunan İspanya kendisi gibi orta gelir grubunda bulunan İtalya'ya göre FV pazarında hem teşviklerde hem de kurulu güçte çok geridedir.

Düşük performans göstermiş AB-5 ülkelerinden Fransa, yüksek gelir grubu içinde olmasına rağmen düşük güneş ışını geliri nedeniyle aşağılarda kalmıştır. Fransa'da sadece binaların cephelerine kurulan ve 100 kW'lık kapasiteye kadar uygulanan tarife garantisi aslında AB-5 ülkeleri arasında en yüksek verilen tutardır. Bu tarife garantisi kapsamında binaların cephesine kurulacak FV tesislerde uygulanacak tarife garantisi Ocak ayında 25,01 €/kWh ile başlayıp Aralık ayında

23,90 €/kWh ile bitmektedir. Ancak, bu yüksek fiyat sadece 9 kW'a kadar olan çatı ve cephe uygulaması için geçerlidir. 100 kW'a kadar olan çatı ya entegre uygulamalarda ise fiyat 13,82 €/kWh ile 11,86 €/kWh arasında değişmektedir. Bu iki kurulumun dışında yapılacak kurulumlarda ise fiyat 5,96 €/kWh ile 5,51 €/kWh arasındadır. Fransa hükümetinin vermiş olduğu tarife garantileri ve ülkenin yüksek kişi başına düşen milli geliri ile FV pazarında iyi noktalara gelmesi beklenmektedir. Ancak, mevcut durum Fransa'nın, yüksek gelir düzeyinde olmasına rağmen bu ekonomik potansiyeli yeterince kullanamadığını işaret etmektedir

Türkiye düşük performans göstermiş AB-5 ülkelerinin de altındadır. Bunun en temel sebebi, seçilen AB-5 ülkelerinden daha yüksek bir güneş ışını potansiyeli olmasına rağmen bunu kurulu güce dönüştürememiş olmasıdır. Türkiye'de 2013 yılında devreye giren teşvik mekanizmasındaki 6,2 €/kWh tarife tutarı AB-5 ülkelerine kıyasla biraz düşük kalsa da, yerli aksam kullanımını teşvik etmek için getirilen prim sistemi 0,5-5,7 €/kWh arası ek getiri imkânı sunmaktadır. Türkiye'nin en düşük gelir seviyesinde olduğu göz önüne alındığında, kişi başına düşen milli geliri en yakın ülke olan Yunanistan'ın da oldukça altındadır. Bununla birlikte, Türkiye'de FV pazarının son üç yılda hareketlendiğini düşünürsek, Türkiye'nin bu seviyelerde kalmayacağı ön görülmektedir.

Akdeniz ülkelerinden Yunanistan, İtalya, İspanya ve Türkiye günlük ortalama 4,4 kWh/m² ile Avrupa ortalamasının üzerinde bir güneş ışını gelirine sahiptirler. Bu ülkelerin benzer oranda yüksek kurulu kapasitelere sahip olması beklenir ama gerçekte durum öyle değildir. Bunların içerisinde İtalya en yüksek kurulu FV kapasitesine sahip ülkedir. Yunanistan da AB-5 ülkeleri arasında gösterdiği yüksek performans ile öne çıkmaktadır. Ancak, İspanya ve Türkiye kendilerinden çok daha az güneş ışını alan ülkelerin bile gerisinde kalmışlardır. Bu ülkelerde FV sektörünün tutumunun ve hükümetin FV pazarına bakışının yeniden değerlendirilmesi ve uyguladığı teşvik politikalarının revize edilmesi gerekmektedir. İspanya'nın FV kurulu güç geçmişine bakıldığında; gelişiminin çok kısıtlı olduğu ve Avrupa ortalamasından düşük tarife garantisi vermesinden ötürü FV kapasitesini Almanya ve İtalya oranında artıramayacağı ön görülmektedir. Türkiye FV pazarında yeni yeni söz sahibi olmaktadır. Teşvik tutarlarının Avrupa ortalamalarının altında olması yeni gelişen pazarın önünde bir engel gibi görünse de AB-5 ülkeleri arasında en yüksek güneş ışını gelirine sahip olması yatırımları cazip hale getirmektedir. Türkiye AB-5 ülkeleri

arasında Almanya'dan sonra en yüksek nüfusa sahip ülke konumundadır. Bu da kişi başına düşen FV kapasitesinin düşük kalmasına sebep olan ikincil bir faktör olarak değerlendirilebilir. Türkiye FV kurulu gücünde önümüzdeki yıllarda hızlı bir artış olacağı öngörülmesine rağmen kişi başına düşen FV kapasitesini üst bantlara çekmek için FV kapasitesini Almanya oranında artırması gerekmektedir. Yunanistan hükümetinin, uyguladığı hem ana karayı kapsayan hem de adaları kapsayan geniş çaplı tarife garantileri ile yatırımların cazip olduğunu kanıtlamayı hedeflediği açıktır. Ayrıca uygulanan teşviklere herhangi bir üst limitin getirilmemesinden dolayı Yunanistan FV pazarının, Almanya pazarı gibi büyüyeceği öngörülebilir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde ülkeler enerji politikalarını belirlerken yenilenebilir enerjiyi göz ardı edememektedirler. Yenilenebilir enerjideki kurulu güçlerini artırmak ve hedeflenen kapasiteye ulaşmak için çeşitli düzenlemeler yapmaları gerekmektedir. Bu bağlamda, ülkelerin hedeflerini doğru tespit etmesi elzem bir adım olarak karşımıza çıkmaktadır. Sadece teknik ve ekonomik değil, çevresel etkileri de düşünerek düzenlemeler yapıp hedeflerin doğru belirlenmesi gerekmektedir. Aksi takdirde ülkeler hem ekonomik olarak hem de çevresel açıdan olumsuzluklarla karşı karşıya kalabilirler.

Dünya genelinde 2.179,1 GW'a ulaşan yenilenebilir enerji kurulu kapasitesi son on yılda %106 artmıştır. Bu artışın son yıllarda daha fazla olması, ülkelerin yenilenebilir enerji politikalarını tekrar değerlendirmeleri ve teknolojik gelişmeler sayesinde olmuştur. Bu tezde, seçilen AB-5 ülkeleri ve Türkiye'nin, kişi başına düşen kurulu FV kapasitelerinin, kişi başına düşen FV elektrik üretimlerinin güneş ışını gelirleriyle kıyaslaması ve kişi başına düşen kurulu FV kapasite güneşlenme oranının gayri safi milli hasıla bağlantısına ek olarak ülkelerin FV alanında teşvik mekanizmaları analiz edilmiştir.

Seçilen AB-5 ülkelerinin (Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ve Yunanistan) ve Türkiye'nin kurulu güç kapasiteleri; güneş ışını potansiyelleri ve refah seviyeleri ile tam olarak orantılı değildir. Düşük güneşlenme seviyesine sahip ülkelerin yüksek performans göstermesinin sebebi devletin uygulamış olduğu teşvik mekanizmalarıdır. Analiz edilen ülkeler arasında kişi başına kurulu kapasite bakımından Almanya 495 W ile ilk sırada olup, İtalya 318 W ile onu izlemektedir. Yunanistan hariç diğer ülkeler yüksek güneş ışını almasına rağmen bunu değerlendirememektedirler. Özellikle Türkiye en yüksek güneş ışını alan ülke olmasına rağmen kişi başına düşen FV kapasitesi en düşük ülkedir.

Kişi başına düşen FV elektrik üretiminde yine birinci sırada Almanya bulunmakta, onu İtalya ve Yunanistan izlemektedir. Yüksek güneş ışını alan ülkelere Yunanistan dışındakilerin FV elektrik üretiminde başarısız olduğunu görmekteyiz. Özellikle İspanya ve Türkiye'nin karşılaştırılan ülkeler arasında en

yüksek güneş ışını alan ülkeler olmasına rağmen üretimde en altlarda kaldığı görülmüştür.

Kişi başına düşen FV kurulu kapasitesinin güneşlenme potansiyeline oranı ile refah seviyesi karşılaştırıldığında yine en başarılı ülke Almanya olmuştur. GSYİH bakımından en düşük gelir grubundaki ülkelere Yunanistan'ın orta ve en yüksek gelir grubu ülkeler olan İspanya ve Fransa'dan daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Bu analizde Türkiye en düşük gelir seviyesi ve en düşük kişi başı W/MWh değerine sahip ülkedir.

Bu karşılaştırmalar ışığında, devletin FV sistemlerine verdiği teşvik mekanizmalarının sektörün gelişmesinde hayati bir rolü olduğu açıktır. Analizi yapılan AB-5 ülkeleri ve Türkiye arasında 5 ülkenin tarife garantisi ya da kapasiteye bağlı teşvik mekanizmaları verdiğini görmekteyiz. Buna karşın İspanya tarife garantisi veya teşvik mekanizması olmayan tek ülkedir, dolayısıyla da kayda değer gelişme gözlemlenememiştir.

Tarife garantisi veren ülkelerin kapasite sınırına ve elektrik üretim miktarına bağlı olarak değişkenlik gösteren üst limitleri vardır. Üst limitleri 5 kW ile 100 MW arasında değişirken tarife garantileri de 0,4 €/kWh ile 25,01 €/kWh arasında değişmektedir. En yüksek miktar olan 25,01 €/kWh tarife garantisini Fransa sene başında 9 kW kullanılabilir üst kapasiteye kadar vermektedir. 0,4 €/kWh'lik en düşük tarife garantisi Almanya'da uygulanmaktadır. Ancak bu tarife garantisinin 8,91-12,70 €/kWh arasında değiştiğini göz ardı etmemek gerekir. Verilecek olan 0,4 €/kWh'lik tutarın 2500 MW'lık yeni kurulu güç hedefine yaklaşması halinde verileceği bilinmektedir. Tarife oranlarının hedefe yaklaşma doğrultusunda değiştirileceği de bilinmektedir. Tarife garantisi olmayan İspanya'nın diğer ülkelere düşük performans göstermesinin önemli bir nedeni teşvik mekanizmalarının olmamasıdır.

Türkiye'de devletin FV sistemlerine verdiği tarife garantisi seçilen AB-5 ülkelerinden düşük ve AB-5 ülkelere göre daha sonra devreye girmiştir. Bu da yapılan analizde çıkan sonuçlarla örtüşmektedir. Türkiye'nin sahip olduğu güneşlenme potansiyelinden çok şey beklenmektedir. Ancak yeni gelişen FV pazarı son yıllarda yaptığı atığı durdurmaz ve gelişimine bu hızla devam ederse Türkiye'nin AB-5 ülkeleri arasındaki yerini üst sıralara taşıyacaktır. Yapılan analizlerden de

görüldüğü gibi ülkelerin güneşlenme potansiyelleri en önemli parametrelerdendir. Güneşlenme potansiyeli yüksek olan Türkiye, tıpkı Yunanistan gibi düşük gelir seviyesine sahip olmasına rağmen devlet teşviklerin geliştirilip devam etmesi halinde Yunanistan'ın bulunduğu seviyelere çıkacaktır.

Güneşlenme potansiyelinin Avrupa ortalamasından yüksek olması Türkiye'nin uygulayacağı yeni teşvikleri ve yeni açacağı güneş enerjisi sahalarını diğer Avrupa ülkelerinden daha verimli kılmaktadır. Bu durum daha az kurulu güç ile daha verimli ve fazla elektrik üretme şansının olduğunu göstermektedir. YEKDEM'in geliştirilip, yeni kurulan santrallerin alım garantilerinin uzun vadede belirlenmesi ve bu mekanizmadan yararlanıp alım garantisi sürelerinin bitmesi durumunda santrallerin akıbetlerinin net bir şekilde belirlenmesi yabancı yatırımcıların ve ülkemizde bu konuda yatırım yapmak isteyen yeni yatırımcıların önünü açacaktır. Ayrıca ülkemizdeki fotovoltaik kurulu kapasitenin neredeyse tamamını oluşturan lisanssız santrallerin lisanlı santrallerle dengeye gelmesi için de teşviklerin ve alım garanti sürelerinin net bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.

Kurulacak santrallerde yurt içinde imal edilen aksamaların kullanılması hem teşvik miktarını artıracak hem de yenilenebilir enerji ile yerli ve milli kaynak kullanarak yaratılan katma değerın yurt dışına çıkmasına engel olacaktır. Bunun yanında bireysel kullanıcıları da bu sisteme dahil etmek, boş duran çatıları güneşten elektrik üreten birer tarlaya çevirmek atılacak diğer önemli adımlardır. Bireysel kullanıcıların evlerinde tükettiği elektriği, çatılarına kurdukları fotovoltaik sistemlerden karşılaması ve fazla üretimlerini şebekeye verip gelir elde edilmesinin önünün açılması ülke ekonomisine çok büyük katkı sağlamakla kalmayacak kişi başına düşen fotovoltaik kapasiteyi artıracığından AB-5 ülkeleriyle aramızdaki farkı kapatacaktır.

Türkiye'nin sahip olduğu güneşlenme potansiyelinin kurulu güce ve fotovoltaik elektrik üretime çevirmesi

6. KAYNAKLAR

- Atılğan İ (2000) “Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış”, Gazi Üniversitesi Müh.Mim.Fak.Dergisi, 15(1): 32.
- Australian Renewable Energy Agency, What is renewable energy?, <https://arena.gov.au/about/what-is-renewable-energy/>, 21 Eylül 2016.
- Aytaç O ve Türkyılmaz O (2018) “Türkiye Enerji Görünümü 2018”, Tmmob Makina Mühendisleri Odası Enerji Çalışma Grubu ve Odtü Md Enerji Komisyonu, 31 Mart 2018, Ankara.
- British Petrol, b (BP) (2017) BP Statistical Review of World Energy, Yayın No: 66, London.
- British Petrol, c (BP) (2017) BP Enerji Görünümü 2017, Yayın No: Basın Bülteni 21 Haziran 2017, İstanbul. (https://www.bp.com/content/dam/bpcountry/tr_tr/pdf/BP_Enerji_Istaistikleri_Raporu_2017_BB.pdf)
- British Petrol,a (BP) (2017) BP Enerji Görünümü 2017, Yayın No: Basın Bülteni 26 Ocak 2017, İstanbul.
- Çelik AN, Muneer T ve Clarke P (2009) “A review of installed solar photovoltaic and thermal collector capacities in relation to solar potential for the EU-15”, Renewable Energy, 34: 849-856
- Çelik B.G 2002 Fotovoltaik Modüllerin Mimaride Uygulama Olanakları-Eskişehir İçin Bir Örnek Çalışma, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Devlet Su İşleri, Hidroelektrik Enerji, <http://www.dsi.gov.tr/docs/hizmet-alanlari/enerji.pdf?sfvrsn=2>, 11 Nisan 2018.
- Ecolgique-solidaire, Tarifs en vigueur pour les installations dont la demande complète de raccordement a été envoyée, <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Tableau%20tarifs%20PV%202016.pdf>, 13 Temmuz 2018.
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (EİGM) (2015) Bülten, Yayın No: 6, Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) (2017) Dünya ve Türkiye Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü, Yayın No:15, Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Güneş, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Gunes>, 11 Nisan 2018.
- ETKB (2014) Türkiye’nin Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, Ankara.
- ETKB (2015) 2015-2019 Stratejik Planı, Ankara.

- Eurostat, a, Where does our energy come from?, <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2a.html>, 10 Temmuz 2018.
- Eurostat, b, What do we produce in the EU, <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2b.html>, 10 Temmuz 2018.
- Eurostat, c, From where do we import energy and how dependent are we?, <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-2c.html>, 10 Temmuz 2018.
- Eurostat, d, What kind of energy do we consume in the EU?, <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-3a.html>, 10 Temmuz 2018.
- Eurostat, e, What is the source of the electricity we consume?, <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-3b.html>, 10 Temmuz 2018.
- Eurostat, f, What is the share of renewable energy in the EU?, <http://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/energy/bloc-4c.html>, 10 Temmuz 2018.
- Eurostat, g, Total gross electricity generation, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00087&plugin=1>, 12 Temmuz 2018.
- Eurostat, h, Total gross electricity consumption, <http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>, 11 Temmuz 2018.
- Eurostat, i, Primary production of renewable energy by type, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=ten00081&language=en>, 12 Temmuz 2018.
- Eurostat, j, Population on 1 January, <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tps00001&plugin=1>, 12 Temmuz 2018.
- Eurostat, k, Main GDP aggregates per capita, http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nama_10_pc&lang=en, 12 Temmuz 2018.
- Eurostat, l, Gross domestic product (GDP) per capita 2016, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Enlargement_countries_-_economic_developments, 12 Temmuz 2018.
- Eurostat, m, Electricity prices for household consumers - bi-annual data (from 2007 onwards), http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrp_pc_204&lang=en, 13 Temmuz 2018.
- Güneş Enerjisi Üzerine, Türkiye Güneş Haritası, <http://gunesenerjisi.uzerine.com/index.jsp?objid=705>, 11 Nisan 2018.
- Güney İ (1989), Şebeke Kayıplarının Azaltılması, http://www.emo.org.tr/ekler/b3bac12926cc1d9_ek.pdf?dergi=262, 10 Nisan 2018.

- International Energy Agency (IEA) (2007) Renewables in Global Energy Supply, Paris.
- International Energy Agency (IEA) Feed-in tariffs for electricity from renewable energy sources, <https://www.iea.org/policiesandmeasures/pams/spain/name-23929-en.php>, 13 Temmuz 2018.
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2017) Renewable Capacity Statistics 2017, Abu Dhabi.
- İsmiç B (2015) “Gelişmekte Olan Ülkelerde Elektrik Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Nüfus İlişkisi”, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 5 (1), 259-274.
- Kar M ve Kınık E (2008) “Türkiye’de Elektrik Tüketimi Çeşitleri ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik bir Analizi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi, 10(11): 335.
- Karakaş Eİ (2016) İnsan Kaynakları Gözünden Sanayi 4.0, <https://emreinanckarakas.wordpress.com/2016/05/19/insan-kaynaklari-profesyoneli-gozunden-sanayi-4-0-devrimi/>, 12 Temmuz 2018.
- Kavas A (2017) “Güneş Enerjisi Yatırımlarına İlişkin Paylaşım”, Odtü Mezunlar Derneği Enerji Komisyonu, 5 Aralık 2017, Ankara.
- Kılıkış B ve Özgür E (2018) “Güneş Enerjisinin Akılcı Değerlendirilmesinde PVT Sistemleri”, Türkiye’nin Enerji Görünümü 2018, MMO/691: 373-381.
- Orioli A ve Gangi AD (2017) “Six-years-long effects of the Italian policies for photovoltaics on the grid parity of grid-connected photovoltaic systems installed in urban contexts”, Energy, 130: 55-75.
- Özgür E (2018) “Türkiye’de Güneş Enerjisi”, Türkiye’nin Enerji Görünümü 2018, MMO/691: 351-371.
- Punda L, Capuder T, Pandzic H ve Delimar M (2017) “Integration of renewable energy sources in southeast Europe: A review of incentive mechanisms and feasibility of investments”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 71: 77-88.
- PV-magazine, Feed-in tariffs (FITs) in Europe, <https://www.pv-magazine.com/features/archive/solar-incentives-and-fits/feed-in-tariffs-in-europe/#spain>, 13 Temmuz 2018.
- Ramirez FJ, Escribano AH, Lazaro EG ve Pham DT (2017) “Combining feed-in tariffs and net-metering schemes to balance development in adoption of photovoltaic energy: Comparative economic assessment and policy implications for European countries”, Energy Policy, 102: 440-452.
- Renewable Energy Policy Database And Support (RES LEGAL) (2012) National Profile : Italy, Berlin.

- Renewable Energy Policy Network For The 21st Century (REN21) (2018) Renewables 2018 Global Status Report, Paris.
- RES LEGAL, a, Promotion in Greece, <http://www.res-legal.eu/search-by-country/greece/tools-list/c/greece/s/res-e/t/promotion/sum/140/lpid/139/>, 13 Temmuz 2018.
- RES LEGAL, b, Feed-in tariff II (rooftop PV), <http://www.res-legal.eu/search-by-country/greece/single/s/res-e/t/promotion/aid/feed-in-tariff-ii-pv-on-rooftops/lastp/139/>, 13 Temmuz 2018.
- RES LEGAL, c, Feed-in tariff III (Feed-In premium exemptions), <http://www.res-legal.eu/search-by-country/greece/single/s/res-e/t/promotion/aid/feed-in-tariff-iii-feed-in-premium-exemptions/lastp/139/>, 13 Temmuz 2018.
- RES LEGAL, d, Feed-in tariff (EEG feed-in tariff), <http://www.res-legal.eu/search-by-country/germany/single/s/res-e/t/promotion/aid/feed-in-tariff-eeg-feed-in-tariff/lastp/135/>, 13 Temmuz 2018.
- RES LEGAL, e, Feed-in tariff II (Ritiro dedicato), <http://www.res-legal.eu/search-by-country/italy/single/s/res-e/t/promotion/aid/feed-in-tariff-ii-ritiro-dedicato/lastp/151/>, 13 Temmuz 2018.
- RES LEGAL, f, Feed-in tariff (Tarif d'achat), <http://www.res-legal.eu/en/search-by-country/france/single/s/res-e/t/promotion/aid/feed-in-tariff-tarif-dachat/lastp/131/>, 13 Temmuz 2018.
- Sayın S 2006 Yenilenebilir Enerjinin Ülkemiz Yapı Sektöründe Kullanımının Önemi ve Yapılarda Güneş Enerjisinden Yararlanma Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Solargis, Solar Resource Maps of World, <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/world>, 11. Nisan 2018.
- T.C Dicle Kalkınma Ajansı, Dicle Bölgesi Enerji Raporu, http://www.dika.org.tr/upload/archive/files/enerji_raporu.pdf, 11 Nisan 2018.
- T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK) (2017) Elektrik Piyasası 2016 Yılı Piyasa Gelişim Raporu, Ankara
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Türkiye Global Güneş Radyasyonu Uzun yıllar Ortalaması, https://www.mgm.gov.tr/kurumci/radyasyon_iller.aspx, 13 Temmuz 2018.
- TEİAŞ (2016), 2016 Yılı Türkiye Elektrik İletimi Sektör Raporu, Ankara.
- The Statistics Portal, Installed power capacity in the European Union (EU-28) in 2005 and 2017, by generation type (in gigawatts), <https://www.statista.com/statistics/807675/installed-power-capacity-european-union-eu-28/>, 10 Temmuz 2018.

- Türkiye Elektrik İletim A.Ş., (TEİAŞ) (2009), Türkiye Elektrik İletimi Sektör Raporu, Ankara.
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş., a, Türkiye Elektrik Sistemi Kuruluş ve Kaynaklara Göre Kurulu Güç, https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-03/kurulu_guc.pdf, 10 Nisan 2018.
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş., b, Türkiye Kurulu Gücünün Yıllar İtibariyle Gelişimi, <https://www.teias.gov.tr/tr/i-kurulu-guc>, 10 Nisan 2018.
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş., c, Elektrik Enerjisi Üretimi Tüketimi Kayıplar, <https://www.teias.gov.tr/tr/iii-elektrik-enerjisi-uretimi-tuketimi-kayıplar>, 10 Nisan 2018.
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş., d, Türkiye Elektrik Sistemi Kuruluş ve Kaynaklara Göre Kurulu Güç, <https://www.teias.gov.tr/sites/default/files/2018-01/Kguc2017.pdf>, 11 Nisan 2018.
- Türkiye Enerji Atlası, a, Doğalgaz Santralleri, <http://www.enerjiatlası.com/dogalgaz/>, 10 Nisan 2018.
- Türkiye Enerji Atlası, b, 2017 YEKDEM İçin 647 Tesis Başvuru Yaptı, <http://www.enerjiatlası.com/haber/2017-yekdem-icin-647-tesis-basvuru-yapti>, 11 Nisan 2018.
- Türkiye Enerji Atlası, c, YEKDEM'den 2018 Yılında 708 Santral Faydalanacak, <http://www.enerjiatlası.com/haber/yekdem-den-2018-yilinda-708-santral-faydalanacak>, 11 Nisan 2018.
- Türkiye İstatistik Kurumu, Yıllara Göre İl Nüfusları, http://www.tuik.gov.tr/PreIstatistikTablo.do?istab_id=1590, 10 Nisan 2018.
- Türkiye Kojenerasyon ve Temiz Enerji Teknolojileri Derneği, Türkiye Brüt Elektrik Üretiminin Birincil Kaynaklara Göre Aylık Dağılımı, <http://turkoted.org/tr/teias-2017-yili-aylik-elektrik-uretim-istatistikleri-192>, 10 Nisan 2018.
- Türkyılmaz O (2008) “Türkiye’nin Yerli ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları”, Mühendis ve Makine Dergisi, 576: 52-64.
- Türkyılmaz O (2011) Türkiye’nin Enerji Görünümü, http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/88d93f6e293c357_ek.pdf?tipi=68&turu=x&sube=1, 12 Temmuz 2018.
- Ural E (2006) Türkiye’nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Türk Çevre Vakfı Yayını, Ankara.
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası, <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>, 11 Nisan 2018.

Yeşil Ekonomi, 2017'de Lisanslı Güç 5.702 MW Arttı, <http://yesilekonomi.com/yenilenebilir-enerji/2017de-lisansli-guc-5.702-mw-artti>, 11 Nisan 2018.



7. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Evren ÖZGÜR

Doğum Yeri ve Tarihi : Karabük - 1990

Lisans Üniversite : Zonguldak Karaelmas Üniversitesi

Elektronik posta : evrenozgur@hotmail.com

İletişim Adresi : Oran-Çankaya-Ankara

Yayın Listesi : MMO Enerji Görünümü 2018

Türkiye’de Güneş Enerjisinin Gelişimi ve
Mevcut Durumu