

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
ELİF CİHAN

GAZİANTEP-2019

T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YENİLENEBİLİR ENERJİ VE TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
ELİF CİHAN

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. İBRAHİM KANYILMAZ

GAZİANTEP-2019



**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
YÜKSEK LİSANS KABUL VE ONAY FORMU**

İktisat Anabilim Dalı **İktisat** Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi **Elif CİHAN** tarafından hazırlanan “**Yenilenebilir Enerji ve Türkiye’de Güneş Enerjisi**” başlıklı tez, **11/01/2019** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucu **başarılı** bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Görevi

Unvanı, Adı ve Soyadı

İmzası:

Kurumu/Üniversitesi

Tez Danışmanı

Prof. Dr. İbrahim KANYILMAZ

Jüri Başkanı

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Zehra Vildan SERİN

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Mehmet ŞENTÜRK

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

**Prof. Dr. Mazlum ÇELİK
Enstitü Müdürü**

TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**Yenilenebilir Enerji ve Türkiye’de Güneş Enerjisi**” başlıklı çalışmanın tarafımda, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu ve bunlara atıf yapılarak yararlanmış olduğumu belirtir ve onurumla doğrularım.

İmza

Elif CİHAN

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tez çalışmam birçok kişinin katkı ve yardımları ile gerçekleşmiştir.

Tez çalışmam süresince bilgisi ile bana yol gösteren, yardımları ve sabrıyla desteğini esirgemeyen tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. İbrahim KANYILMAZ'a teşekkürlerimi iletmeyi bir borç bilirim.

Ayrıca desteklerini esirgemeyen, maddi manevi her konuda ellerini üzerimde hissettiğim babam Fahrettin CİHAN, annem Huriye CİHAN, kardeşim Ümit CİHAN, her aşamasında yardımlarıyla yanımda olan kuzenim Okan CİHAN ve dostum Burcu KİLE ve Fırat Cem DOĞAN'a tez çalışmamda göstermiş oldukları manevi destekler ile teşvikleri için sevgili Müdirem Dr. Özgül YÜKSEKBİLGİLİ ve değerli çalışma arkadaşlarıma, son olarak bana bu yolda güç veren, beni özveriyle destekleyen yol arkadaşım Selahattin AKÇA'ya sonsuz teşekkür ediyorum.

İnancınız ve desteğiniz olmadan başaramazdım.

Gaziantep, 2019

Elif CİHAN

ÖZET

Enerji, ekonomik gelişmişliğin ve sosyal refahın önemli göstergelerinden biridir. Günümüz toplumlarında önemli bir yere sahip olan enerji, ülkenin ekonomik büyümesinin hızlanması ile birlikte enerji tüketiminin de arttığı görülmektedir.

Petrol krizlerinden sonra enerji arz güvenliği sorunu ortaya çıkmış ve yeni, güvenilir, ucuz, kaliteli enerji kaynaklarının arayışı başlamıştır. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler açısından yenilenebilir enerji kaynakların potansiyeli önem arz etmektedir.

Bu çalışmada enerji politikaları açıklanmış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının tercihindeki nedenler ile nasıl oluştukları ele alınmıştır. Dünya’da enerji üretim ve tüketim düzeyleri incelenmiş ve güneş enerjisi yatırımlarına değinilmiştir. Aynı şekilde ülkemizin enerji durumu, yenilenebilir enerji kaynakları incelenmiştir. Türkiye rüzgar, hidroelektrik, güneş, jeotermal, biyokütle gibi yenilenebilir enerji potansiyeline sahiptir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynakları arasında, ülkemizin konumundan dolayı oldukça yüksek oranlarda faydalanılan güneş enerjisi çalışmada konu alınmıştır.

Türkiye’nin yenilenebilir enerji zenginliği arasından çalışmaya konu olan Güneş Enerjisi hem çevreye dost olması hem kolay bulunabilirliği açısından önemli enerji kaynakları arasındadır. Güneş enerjisinin kullanım alanları detayları ile incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, yenilenebilir enerji ve kaynakları, Türkiye’de güneş enerjisi

ABSTRACT

Energy is one of the important indicators of economic development and social welfare. Energy has an important position in societies nowadays and it has been observed that energy consumption is increasing with the acceleration of country's economic growth.

After oil shock there has been the problem of security of energy supply and searching for new, renewable, cheap and quality energy sources has launched. The potential of renewable energy sources become more of an issue with regard to the developing countries like Turkey.

In this study, energy politics are stated and the reasons of preference of energy sources along with how they are formed are considered. The level of energy generation and consumption in the world is examined and the investments on solar energy are mentioned. Similarly, the energy situation and renewable energy sources of our country are examined. Turkey has the potentials of renewable energy such as wind, hydroelectric, solar, geothermal and biomass. Especially solar energy, which is utilised with a high level thanks to the location of our country, is mentioned in the study among renewable energy sources.

Solar energy, which is the main subject in the study with respect to Turkey's renewable energy richness, is one of the important energy sources as it is both environment-friendly and easily found. Usage areas of solar energy are examined in details.

Key Words: Energy, Renewable Energy and Sources, Solar Energy in Turkey

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TABLolar LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
GRAFİKLER LİSTESİ	x
HARİTALAR LİSTESİ	xi
KISALTMALAR LİSTESİ	xii
GİRİŞ	1
BİRİNCİ BÖLÜM	
ENERJİ KONUSUNA GENEL BAKIŞ	3
1.1. Enerji Kavramı ve Enerji Kaynakları	3
1.1.1. Enerji Kavramı ve Tarihçesi	3
1.1.2. Enerji Kaynakları.....	4
1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	6
1.2.1. Yenilenebilir Enerji Kavramı ve Sınıflandırılması	7
İKİNCİ BÖLÜM	
DÜNYA ENERJİ PİYASASI	13
2.1. Dünya Enerji Piyasasına Genel Bakış.....	13
2.1.1. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Üretimi	13
2.1.2. Dünya Enerji Tüketimi	15
2.2. Dünyadaki Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli.....	17
2.2.1. Dünya Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Tüketimi	18
2.2.2. Dünya’ da Güneş Enerjisi.....	20
2.3. Dünya Enerji Yatırımları	21
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	
TÜRKİYE ENERJİ PİYASASI	22
3.1. Türkiye Enerji Piyasasına Genel Bakış.....	22

3.1.1. Türkiye Birincil Enerji Kaynaklarının Üretimi.....	23
3.1.2. Türkiye Birincil Enerji Kaynaklarının Tüketimi	26
3.2. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Politikaları	26
3.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Süreci ve Verimliliği	30
.....	33
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	
YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ARASINDA GÜNEŞ ENERJİSİ.. 34	
4.1. Güneş Enerjisine İlişkin Genel Açıklama.....	34
4.2. Güneş Enerjisinden Faydalanmanın Tarihçesi.....	34
4.3. Güneş Enerjisinin Teknolojik Detayları	35
4.3.1. Seralarda ve tarımda kullanılması	37
4.3.2. İçme Suyu Dezenfeksiyonunda Kullanımı.....	38
4.3.3. Yiyecek Pişirmede Kullanımı.....	39
4.3.4. Isıtma-Soğutma ve Havalandırma Sistemlerinde Kullanımı	39
4.3.5. Güneş Enerjisinin Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanımı	41
4.4. Güneş Enerjisi Sisteminin Maliyeti	46
4.4.1. Güneş Enerjisinde Isıtma-Soğutma ve Havalandırma Sistemlerinden Faydalanmasına Ait Maliyetler	47
4.4.2. Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetleri	47
4.4.3. Güneş Enerjisi Santralinden Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetinin Diğer Santrallerden Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetleri ile Karşılaştırılması	49
4.5. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Atlası	51
4.6. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Üretim Santrali: Karapınar Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA).....	54
BEŞİNCİ BÖLÜM	
TÜRKİYE'NİN ENERJİ DURUMU, POLİTİKASI VE TEŞVİKLER..... 68	
5.1. Enerji Kaynaklarımızın Genel Durumu ve Dışa Bağımlılık.....	68

5.2. Güneş Enerjisinin Türkiye'nin Enerji Politikası Açısından Önemi.....	70
5.3. Türkiye'de Güneş Enerjisi İçin Verilen Teşvikler.....	73
SONUÇ.....	76
KAYNAKÇA.....	78



TABLULAR LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1. Sınıflandırılan Enerji Kaynakları	4
Tablo 2. Türkiye Brüt Enerji Üretimi.....	10
Tablo 3. Elektrik Enerjisinde İthalat Yapılan Ülkeler.....	11
Tablo 4. Elektrik Enerjisinde İhracat Yapılan Ülkeler.....	11
Tablo 5. BP 2017 Dünya Enerji İstatistikleri	16
Tablo 6. Ülkelere göre Güneş ve Rüzgâr Santrallerinin Kurulu Güç Listeleri	19
Tablo 7. Almanya-Türkiye Rüzgâr Enerjisi Karşılaştırması.....	20
Tablo 8. Dünya'nın Kurulu Güç Olarak Kabul Edilen En Büyük 50 PV Güneş Enerji Tesisleri	20
Tablo 9. Türkiye'de 2005-2016 yılları arasında elektrik enerjisinde meydana gelen arz ve talep (GWh).....	22
Tablo 10. Yıllara Göre Kaynak Bazında Elektrik Üretimi.....	24
Tablo 11. Türkiye Elektrik Piyasasının Görünümü	25
Tablo 12. Türkiye'de Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Verimliliği Süreci...	31
Tablo 13. Türkiye'de ki Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Yıllık Dağılımı.....	38
Tablo 14. Fotovoltaik Pil Üretimi Maliyet Kalemleri.....	49
Tablo 15. Enerji Türlerinin Yaklaşık Olarak Yatırım ve Birim Enerji Maliyetlerinin Karşılaştırılması	50
Tablo 16. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı.....	52
Tablo 17. Baviera ve Karapınar Bölgelerinin Parametre Değerlerinin Karşılaştırılması	56
Tablo 18. Finansal Değerlendirme İçin Kullanılan Parametre Değerleri.....	57
Tablo 19. Dünyadaki En Büyük 500 PV Yatırımına Ait İstatistikler	58
Tablo 20. Alternatif Senaryolara Göre SEM Değerleri (€ Cent / kWh).....	62
Tablo 21. Alternatif Senaryolar İçin GÖS (Yıl).....	63
Tablo 22. Alternatif Senaryolar İçin NBD (× 1.000 €)	64
Tablo 23. Alternatif Senaryolar İçin İKO	66
Tablo 24. Alternatif Senaryolar İçin KO.....	67
Tablo 25. Yatırım ve yakıt maliyetleri bakımından yenilenebilir enerji kaynakları	69

Tablo 26. Enerji Türlerinin Bağımlılığının ve Kalan Ömürlerinin Karşılaştırılması...	69
Tablo 27. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji İçin Uygulanan Sabit Fiyat Garantisi	74
Tablo 28. Türkiye’de Teknoloji Bazında Sabit Alım Fiyat Garantisi ve Yerli Katkı İlavesi	74



ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1. Üretilen Enerjiye Göre Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	8
Şekil 2. Kaynağın Kontrolü ve Depolanabilmesine Göre Yenilenebilir Enerji Kaynakları	8
Şekil 3. Yenilenebilir ve Atıkların Üç Grupta Sınıflandırılması	9
Şekil 4. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü - 2014.....	28
Şekil 5. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü - 2015.....	29
Şekil 6. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü – 2016.....	29
Şekil 7. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü – 2017 Haziran Sonu	30
Şekil 8. Ulusal enerji verimliliği eylem planı süre kapsamı	33
Şekil 9. Güneş pillerinin bazı kullanım alanları	36
Şekil 10. Güneş Enerjisi ile Pişirmede Kullanım Şekilleri.....	39
Şekil 11. Aktif Sistem ile Su Isıtma.....	40
Şekil 12. Pasif Sistem ile Su Isıtma	40
Şekil 13. Bina İçi Isıtma için Doğrudan Yararlanma	41
Şekil 14. Şebeke Bağlantısız Sistemin Çalışması.....	43
Şekil 15. Şebeke Bağlantılı Sistemin Çalışması	44

GRAFİKLER LİSTESİ

Sayfa No

Grafik 1. Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları	5
Grafik 2. Türkiye'nin toplam birincil enerji arzı içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları(TPES'in YEK Payı [%]).....	6
Grafik 3. Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretim ve Brüt Talebin Gelişimi (2000-2016).....	10
Grafik 4. Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi İthalat ve İhracatının Gelişimi (2000-2016)	12
Grafik 5. Yerli ve İthal Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretiminin Toplam Türkiye Üretimi İçindeki Payı (2000-2016)	12
Grafik 6. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Üretimi (milyar/ kWh)	14
Grafik 7. Dünya Enerji Üretiminde İlk 20 Ülke	15
Grafik 8. Dünya Enerji Tüketimi	17
Grafik 9. 2016-2040 arasında yeni politikalar senaryosu da dikkate alındığında kaynak bazlı enerji arzı alt yapısı.	21
Grafik 10. Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları (1980-2016)	23
Grafik 11. Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretim Toplamı (1980-2017) 24	
Grafik 12. 2017 Yılı Sonu İtibarıyla Kaynak Bazında Elektrik Enerjisi Üretim Oranları	25
Grafik 13. 2007 – 2017 Yılları Türkiye Elektrik Enerji Tüketimi.....	26
Grafik 14. Birinci, İkinci ve Üçüncü Nesil İnce Film Teknolojisinin Karşılaştırılması	45
Grafik 15. Karapınar ve Bavyera Bölgelerinin Güneş Işınım Miktarları Karşılaştırılması.....	56
Grafik 16. MW'lık PV Sisteminde Karapınar'da İlk Yıl Üretilen Elektrik Enerjisinin Aylara Göre Dağılımı	61
Grafik 17. MW'lık PV Sisteminden Karapınar'da Üretilen Yıllık Toplam Elektrik Enerjisi (kWh).....	62

HARİTALAR LİSTESİ

Sayfa No

Harita 1. Dünya’da ki Güneş Işınımı Yüksek Bölgeler.....	18
Harita 2. Dünya’da ki Rüzgâr Enerjisi Yüksek Bölgeler	18
Harita 3. Türkiye’nin Güneş Haritası(kWh/(m ² .yıl)).....	52
Harita 4. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası.....	53
Harita 5. Konya İli Yıllık Güneş Işınımı Değerleri	55



KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	: Araştırma-Geliştirme
CO²	: Karbondioksit
CSP	: Concentrated Solar Power
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DSİ	: Devlet Su İşleri
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EİEİ	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü
ENVER	: Enerji Verimliliği
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EVD	: Enerji Verimliliği Danışmanlık
GW	: Gigawatt
GWh	: Gigawatt saat
HES	: Hidroelektrik Santral
IEA	: International Energy Agency
J	: Joule
KW	: Kilowatt
KWh	: Kilowatt saat
MTA	: Maden Teknik Arama
Mtep	: Milyon Ton Eşleniğinde Petrol
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development
PV	: Fotovoltaik
TEİAŞ	: Türkiye-Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri
TEK	: Türkiye Elektrik Kurumu
TPES	: Turkish Political Economy Society
UEVEP	: Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı
W	: Watt
YEK	: Yenilenebilir Enerji Kanunu
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı
YEM	: Güneş Enerjisinin Yıllık Eşdeğer Maliyeti
YİBM	: Yıllık İşletim Bakım Maliyeti

GİRİŞ

Sanayi, ulaşım, ev ve işyerinde kullanılması zorunlu ve ikamesi zor bir kaynak olan enerji aynı zamanda, ekonomik açıdan kıt ve stratejik konumdadır. Bu durum, dünyada enerji kaynakları piyasasında tekel oluşumlarına neden olmaktadır. Bu enerji kaynakları içinde petrol ve doğalgaz, enerji ihtiyacının büyük kısmını sağlamaktadır. Petrol ve doğalgaz rezervleri ise, dünya üzerindeki dengesiz dağılımından dolayı, stratejik bir hammadde haline gelmiştir. Böylece, bu kaynaklara sahip ülkeler ve firmalar, enerji üzerinde tekel gücü oluşturarak, ulusal ve uluslararası ekonomiyi derinden etkilemektedir.

Dünya üzerinde kullanımı yaygın olan enerji kaynakları tükenmekte olan enerji kaynaklarıdır. Enerji üretimi, bu tükenen enerjilerden sağlanmaya çalışılmaktadır. Ancak bu durumda alternatif arayışlar başlanmıştır. Dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında petrolün oranı yaklaşık %38, kömürün oranı %24 ve doğalgazın oranı %25'dir. Buna göre, bu fosil yakıtlar enerji ihtiyacının yaklaşık %90'nını karşılamaktadır. Dünya enerji ihtiyacının karşılanmasında yenilenebilir enerji kaynaklarının oranı ise, yaklaşık %13'tür ve bu oranın da yaklaşık %7'sini nükleer enerji oluşturmaktadır. Fosil kaynakların, üretim ve tüketim aşamalarında ki çevreye verdiği zararlar ile ilerleyen zaman diliminde tükenen kaynak olması sebebiyle, yenilenebilir enerjiye olan çalışmalar hız kazanmıştır.

Teknolojik gelişimlere paralel olarak yenilenebilir enerji kaynaklarının özel sektör katkısıyla sisteme dâhil edilmesi ve devletin bu konudaki teşvikleri sektöre artı bir dinamizm sağlamaktadır. Piyasanın dinamik bir yapıya kavuşmasıyla birlikte katılımcıların rekabette avantaj elde etmek adına kısa süreli talep/fiyat tahminlerine verdiği önem artmıştır. Bu tahminlerin mümkün olduğunca doğru yapılması, özellikle sistemin dengesizliğe düşmesi nedeniyle oluşacak maliyetleri azaltmaktadır. Böylece, ülke ve firma bazında, enerji kaynaklarına sahip olanlarda önemli bir tekel gücün oluşması engellenebilmektedir.

Tez konusunun analiz sahası Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi olup, kullanım alanları ile Dünya ve Türkiye'de ki yeri 2017 verileri ile açıklanmaya çalışılmıştır. Enerji tüketimi, üretimi ve sektörel dağılımı bakımından analizi ile ilerleyen yıllarda ki gelişimi konuya dahil edilmiştir.

Bu tez çalışmasında mikro boyutta enerji ihtiyacının, ne kadarının yenilenebilir enerji kaynağından kullanıldığı konusu açıklanmaya çalışılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları arasından güneş enerjisinin teknolojik ve mali detaylarına yer verilmiş olup, Dünya ve

Türkiye’de yenilenebilir enerjinin mevcut durumu ele alınmıştır. Konya Karapınar’da kurulumu devam eden güneş enerji santrali örneği ile açıklanmıştır.

Enerji politikalarında sürdürülebilirlik önemli rol oynar. Bu sebeple yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminde ülkeler çeşitli teşvik ve destekler sağlar.

Nihayetinde tez çalışması, Türkiye’nin enerji ihtiyacında ki sorunlar ile çözümleri, uygulanan ve uygulanması gereken enerji politikaları, devlet teşviklerinin anlatımı ile sonlandırılacaktır.



BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KONUSUNA GENEL BAKIŞ

1.1. Enerji Kavramı ve Enerji Kaynakları

Çağımızda kayda değer öneme sahip olan enerji, sosyal refahın ve ekonomik ilerlemenin öncü göstergelerinden biri olarak kabul görmüştür (Gülay, 2008: 1). Bu zamana kadar süregelen toplumların önemli amaçlarından biri de enerji kaynaklarına sahip olabilmektir. Bu bölümde enerji; kavramsal olarak değerlendirilecektir; sonrasında kaynaklarına yer verilecektir.

1.1.1. Enerji Kavramı ve Tarihçesi

Enerji kelimesi kök olarak, 'en' ve 'ergon' kelimelerinin birleşiminden oluşan 'energia' kelimesinden türetilmiştir. Fiziksel olarak iş yapabilme kapasitesine enerji denir. Kelime anlamı iç-iş olarak ortaya çıkan enerji günümüzde elektrikli aletlerin, makinelerin kısacası, günlük hayatımızı kolaylaştıran birçok aletin çalışması, iş yapabilmesini gerektiren kavram ile karşımıza çıkmaktadır (Adıyaman, 2012: 6).

Enerji ülkenin sosyal ve ekonomik ilerlemenin önemli bir girdisidir. Nüfusun artışı, şehirleşme, sanayileşmenin yanında küreselleşmenin sonucunda artan üretim ve ticaret hacmine bağlı, doğal kaynakları ile enerjiye olan ihtiyaç günden güne çoğalmaktadır (Narin [2008] aktaran Sarıbaş, 2015: 7).

Enerji, insanlığın en önemli ihtiyaçlarından biri haline gelmiştir. Yapılan her üretim de bir enerji ihtiyacı vardır. Artan talep ve gelişen üretim süreçleri, enerjiye duyulan ihtiyacı artırmıştır.

Toplumlar da ki değişim, tarih boyunca gelişen ve kullanılan enerji kaynaklarına bağlı olmuştur. İnsanlık tarihinin ilk başlarına bakıldığında bir iş yapabilmek için kendi iş gücünden faydalanırken, çağımıza doğru yaklaştıkça doğada ki kaynaklardan faydalanarak daha fazla iş üretebilmek amacıyla hayvanların gücünden de yararlanmaya başlanmıştır. İlk zamanlarda ateş bulunduğundan dolayı enerji kaynağı yetersiz kalmış, daha sonraları odun ve bunun yanı sıra kömür, son olarak da buhar gücünden de yararlanılmaya başlanmıştır. Çağımızda birden fazla enerji kaynağı yer almaktadır (Adıyaman, 2012: 6). Enerji, insanlığın başlangıcından itibaren ve yaşamın devamlılığı için vazgeçilmez bir kaynak olmuştur.

Elektrik enerjisi üretimi 1902 yılında ilk kez ülkemizde Tarsus'ta gerçekleştirilmiştir; daha sonra İstanbul (1910), Ankara (1924) ve diğer iller elektrik enerjisine kavuşmuştur (Ay, 2008:6).

1.1.2. Enerji Kaynakları

Dünya da bulunan enerji kaynakları bireylerin birçok alanda ihtiyaçlarını karşılamaktadır (Gülay, 2008: 2). Literatür de enerji kaynağına göre; fosil kaynaklı enerji, nükleer enerji ve yenilenebilir kaynaklı enerji olmak üzere üçe ayrılır. Kömür, petrol ve doğal gaz, fosil enerji kaynaklarına girerken, hidrolik, rüzgar, güneş, biokütle, dalga ve gelgit enerjileri ise yenilenebilir enerji kaynakları olarak sınıflandırılabilir (Sarıbaş, 2015: 7).

Enerjinin başka bir şekilde sınıflandırılması ise birincil ve ikincil (türetilmiş) enerji şeklindedir. Bu sınıflandırmanın temeli enerji kaynağının elde edilmesi ile ilgilidir.

Enerji kaynaklarını birincil ve ikincil enerji Tablo-1'de ki gibi tasnif edilebilir.

Tablo 1. Sınıflandırılan Enerji Kaynakları

ENERJİ KAYNAKLARI	
➤ Birincil Enerji Kaynakları	❖ İkincil Enerji Kaynakları
➤ Yenilenebilir Enerji Kaynakları	❖ Elektrik Enerjisi
➤ Geleneksel Kaynaklar: (Hidroelektrik, Klasik Biyokütle)	❖ Hidrojen Enerjisi
➤ Yeni Kaynaklar: Güneş, Rüzgar, Jeotermal, Gelgit, Dalga, Çağdaş Biyokütle)	
➤ Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	
➤ Nükleer Enerji	
➤ Fosil Kaynaklar (Petrol, Doğal gaz, Kömür)	

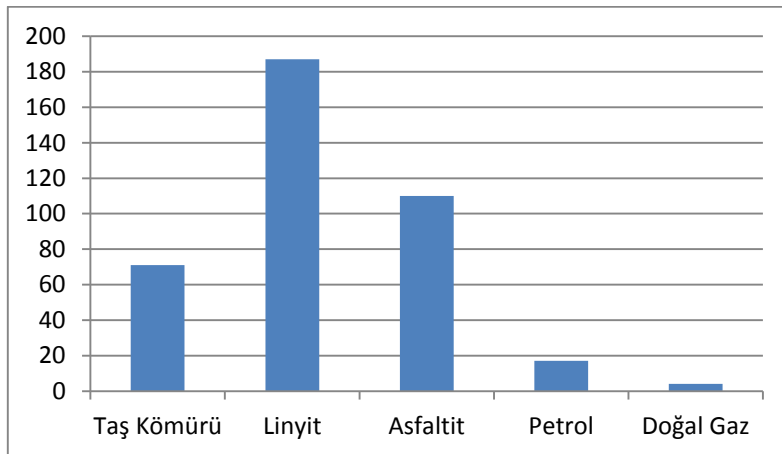
Kaynak: Onbaşıoğlu, 2005:59.

1.2.2.1. Birincil Enerji Kaynakları

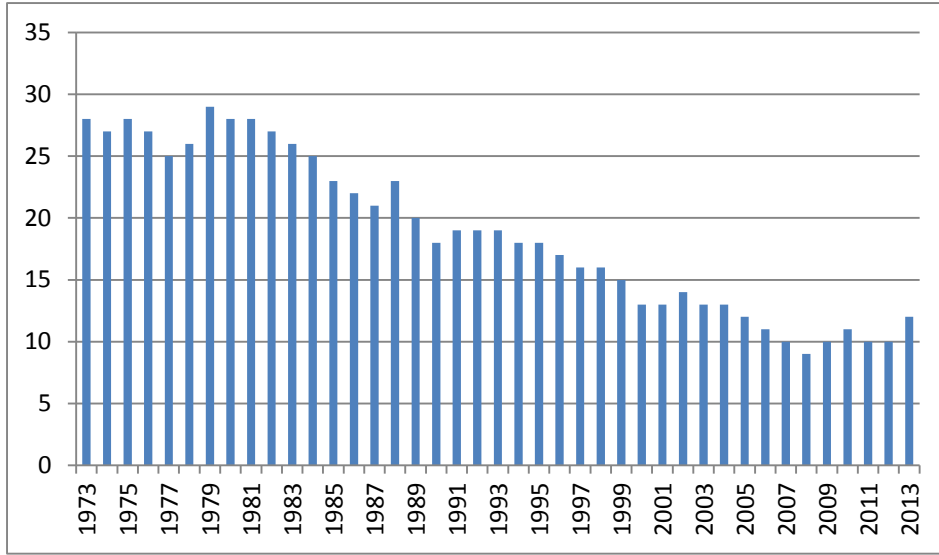
Doğada hazır halde bulunan enerji kaynakları birincil enerji kaynaklarıdır. Birincil enerji kaynaklarına, kömür, petrol, rüzgâr ve güneş gibi enerji kaynaklarına örnek olarak verilebilir. Birincil enerjiyi meydana çıkaran kaynaklar ikincil enerjiye dönüştürülebilir. Bu kaynaklar ise; “yenilenemeyen” ve “yenilenebilir” kaynaklar başlığı altında toplanabilir (Adıyaman, 2012: 8).

Birincil enerji; petrol, kömür, doğal gaz, hayvansal ve bitkisel artıklar, rüzgâr, radyoaktif maddeler, güneş ve hidrolik enerji gibi doğada kendiliğinden oluşan ve ihtiyaç halinde doğrudan kullanılan kaynaklardır. İkincil enerji kaynaklarına ise elektrik, hava gazı ve buhar enerjisi örnek oluşturur. Aynı zamanda ikincil enerji, birincil enerji kaynaklarından dolaylı olarak da elde edilir (Sarıbaş, 2015: 7).

Türkiye’de linyit, taş kömürü, ham petrol, asfaltit, uranyum, doğal gaz ve toryum gibi fosil kaynak rezervleri ile hidrolik enerji, jeotermal enerji, güneş enerjisi, deniz dalga enerjisi, biyokütle enerji gibi yenilenebilir potansiyelde kaynaklar bulunmaktadır. Dünya’da yoğun olarak kullanılan fosil yakıtların Türkiye’de ki rezervleri yetebilecek durumda değildir. Kömür, hidrolik ve jeotermal enerji rezerv ve potansiyeli ise kaynak varlığının yaklaşık %1’ine denk gelir. Petrol ve doğal gaz görünür rezervlerimiz her ne kadar az olsa da toplam enerji tüketiminin %60’ını oluşturmaktadır. 71 yıl taş kömürü, 187 yıl linyit, 110 yıl asfaltit, 17 ay petrol ve doğalgaz için ise 4 ay ömür biçilmektedir.



Grafik 1. Türkiye’nin Birincil Enerji Kaynakları



Grafik 2. Türkiye'nin toplam birincil enerji arzı içerisinde yenilenebilir enerji kaynakları (TPES'in YEK Payı [%])

Kaynak: IEA Renewables Information

Türkiye'de ki toplam birincil enerji üretimi 21 yılda (1990-2011) %26 artış göstermiş 25,5 mtep'ten 32,5 mtep düzeyine ulaşmıştır. Üretim de toplam birincil enerji arzının karşılanma oranı %48'den bu yıllar arasında %28'e inmiştir (Kara, 2013:51).

1.2.2.2. İkincil Enerji Kaynakları

Birincil enerjinin fiziksel olarak değişim içererek dönüştürülmesi ile ortaya çıkan enerji türü ikincil enerji kaynağı olarak karşımıza çıkar. Diğer bir deyişle, ikincil enerjinin ortaya çıkabilmesi için birincil enerji kaynaklarına gereksinim duyulmaktadır. Bu enerji kaynaklarının en başında elektrik ve hidrojen enerjileri gelirken, bunların en önemli amacının ortaya çıkan enerjinin depo edilmesi ve taşınmasına olanak sağlanması olduğu bilinmektedir. (Gülşay, 2008: 3).

1.2.Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Doğanın dengesi, temizliği bakımından yenilenebilir enerjinin önemi sürekli artmaktadır. İlk sıra kömür üretimindeyken, bunu takip eden ikinci yüksek üretim oranına sahip olan kaynak yenilenebilir enerji kaynakları üretimidir. Bu kaynakların arzının üçte birini hidrolik enerji, üçte ikisini biyokütle oluşturur (Bacanlı, Türkiye 10. Enerji Kongresi).

Doğada çok farklı şekillerde bulunabilen yenilenebilir enerji kaynakları rüzgâr, güneş, biyokütle, dalga gücü, jeotermal, su gücü (hidrolik güç) temel yenilenebilir enerji kaynakları olarak sıralanmaktadır (Mahmutoğlu, 2013).

Ülkeler ve bileşenler ayrımında ciddi farklılıklar olmasına rağmen enerji, küresel enerji kaynakları ile karşılanmaktadır. Gıda üretimine ikame olan veya bilinçsiz ve yoğun tüketimi doğal çevreye tehdit oluşturabilen biyokütle ve hidrolik kaynaklar, yenilenebilir enerji arzının büyük kısmını oluşturmakta, buna karşın toplam yenilenebilir enerji potansiyelinin çoğunluğunu oluşturan güneş, rüzgar, jeotermal ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının toplamdaki payları, artış eğilimine rağmen, göreceli olarak düşük düzeylere kalmaktadır. Teknolojinin fazlaca kullanıldığı gelişmiş ülkelerde yenilenebilir enerjinin dönüştürülmüş halleri kullanılmaktadır. Bu dönüştürülen formlar güneş, biyokütle, rüzgâr ve organik atıklar olarak karşımıza çıkmaktadır. Az gelişmiş ülkeler de ise bu durum tam tersine işlemektedir. Kırsal alanda yemek pişirme ve ısınma eylemlerinde hayvansal atıklar ile biyokütle doğrudan kullanılmaktadır (IEA, 2007 International Energy Agency).

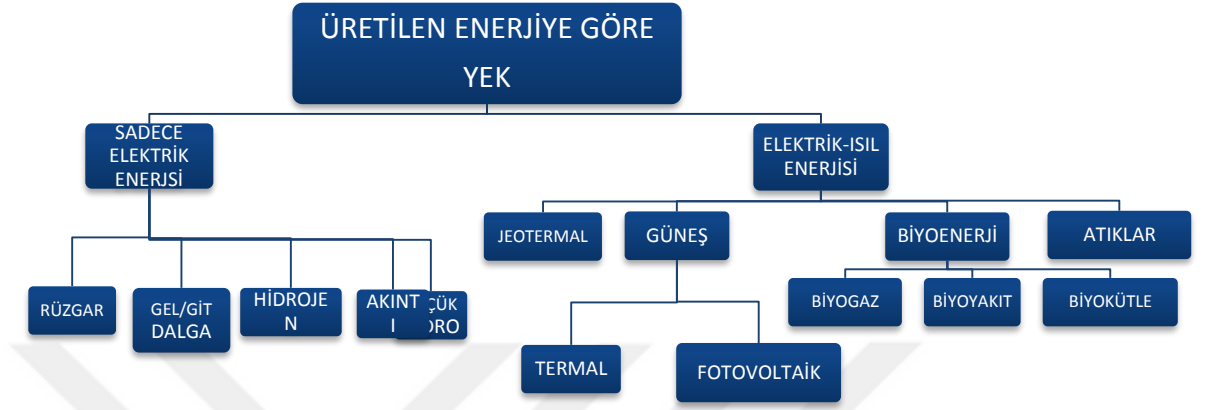
Maliyetler söz konusu olduğunda alternatif enerji kaynak arayışına yenilenebilir enerjinin çözüm olabileceği düşünülmüş ve asıl olanın yenilenebilir enerji ve gelişen teknoloji ile maliyetlerin düşürülmesi gerektiğidir. Bu şekilde yenilenebilir enerji kaynakları konvansiyonel kaynakların yerine uzun dönemde ikame olabilecektir (Ağaçbiçer, 2010: 34).

1.2.1. Yenilenebilir Enerji Kavramı ve Sınıflandırılması

Kendi evrimi süresince ve daha sonraki süreçlerinde aynı şekilde mevcut olan enerji kaynakları yenilenebilir enerjidir. Yenilenemeyen enerji kaynakları içerisinde yaygın kullanılan, yanınca tükenen fosil yakıtlar girerken, güneş, rüzgâr, hidrolik, jeotermal gibi doğal olan kaynaklar yenilenebilir enerji kaynakları arasına girer. Yenilenebilir olmalarının yanında temiz, doğaya duyarlı, çevre dostu enerji kaynakları olarak da karşımıza çıkmaktadır (YEKSEM, 2009:79).

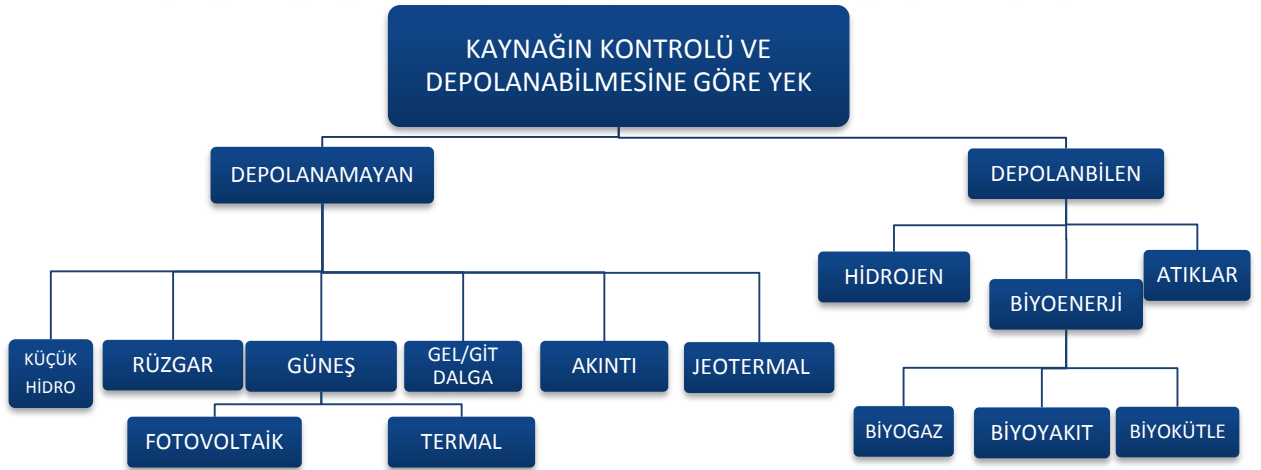
Kısaca yenilenebilir enerji kaynakları; sürdürülebilir ya da temiz, doğal ve tükenmez enerji kaynakları diye de adlandırılabilir. Yenilenebilir enerji kaynakları ‘Yeşil Enerji Kaynakları’ veya ‘Sürdürülebilir Enerji Kaynakları’ olarak da adlandırılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji ve elektrik üretimine ilişkin birçok farklı yaklaşımlar, sınıflandırmalar ve tanımlamalar yapılmaktadır. Tek tip bir sınıflandırma yenilenebilir enerji

kaynaklarının doğası gereği çok da yeterli olmayacaktır. Bu nedenle farklı yaklaşımlar ve sınıflandırmalar yapılabilir (TESAB I, 91).



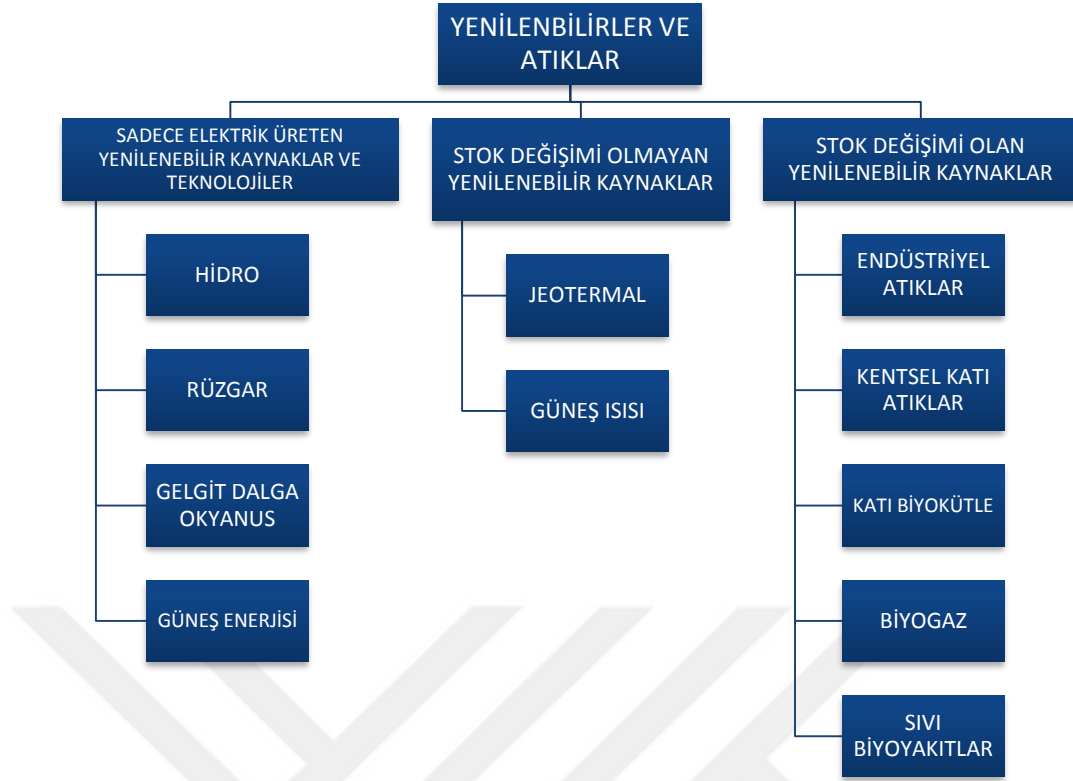
Şekil 1. Üretilen Enerjiye Göre Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Kaynak: TESAB I, 92.



Şekil 2. Kaynağın Kontrolü ve Depolanabilmesine Göre Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Kaynak: TESAB I, 92.



Şekil 3. Yenilenebilir ve Atıkların Üç Grupta Sınıflandırılması

Kaynak: TESAB I, 93.

1.2.2. Yenilenebilir Enerjinin Önemi

Sanayileşme çalışmaları 18. Yüzyılın sonlarında başlamış ve yenilenebilir enerji kaynaklarının ilerlemesine katkısı olmuştur.

Günümüzde Dünya’da enerji ihtiyacı tüm ülkeler için en önemli faktördür. Bu Türkiye için de kaçınılmaz bir gelişmedir. Bu anlamda yenilenebilir enerji denilen rüzgâr, güneş, biyogaz ve jeotermal gibi kaynakların kullanılması çok önemli bir hale gelmiştir.

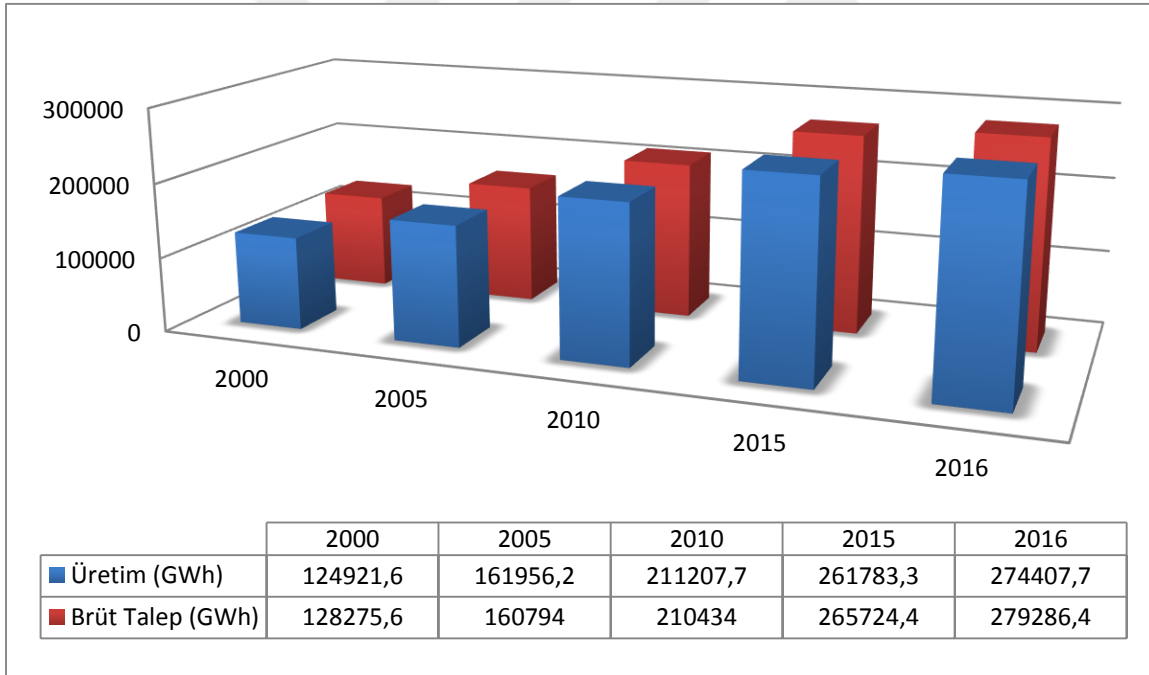
Yenilenebilir enerji ile klasik enerji kaynaklarının mukayesesinde 2000-2016 yılları arasında ki üretim oranları aşağıda ki tabloda açıkça belirtilmiştir. Yıllar ilerledikçe yenilenebilir enerji üretiminde ki artış, ucuz, temiz ve sürekli bir enerjiye yapılan yatırımı göstermektedir.

Aşağıda yer alan tablo ve grafikler TEİAŞ verilerinden alınmış olup, Türkiye’de brüt elektrik enerjisinde üretim, tüketim ile ithalat, ihracat konularında ki mukayeselere yer verilmiştir. Yıllar içinde ki gelişimi görülmektedir.

Tablo 2. Türkiye Brüt Enerji Üretimi

Ulusal Üretim (GWh)					
Ülkeler / Yıllar	2000	2005	2010	2015	2016
Termik	93.934,2	122.242,3	155.827,6	179.366,4	185.798,1
Hidrolik	30.878,5	39.560,5	51.795,5	67.154,8	67.230,9
Jeotermal+ Rüzgâr Güneş	108,9	153,4	3.584,6	15.271,0	21.378,7

Tabloda yıllar içinde artış gösteren enerji kaynaklarına yer verilmiştir. Yenilenebilir enerjide ki artış diğer kaynaklara göre az olduğu gözlenmekte olup, daha çok teşvik ve düzenleyici politikalarla arttırılmaya çalışılmaktadır. Bu konunun detaylarına beşinci bölümde yer verilmiştir.



Grafik 3. Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretim ve Brüt Talebin Gelişimi (2000-2016)

(Brüt talep = Elektrik Gerekliliği = Görünen Tüketim = Brüt Üretim + İthalat – İhracat)

Brüt talebe bağlı olarak ulusal üretimde meydana gelen artışlar, tabloda yıllar içerisinde ki değişen elektrik enerji (GWh) miktarlarını gösterir.

Tablo 3. Elektrik Enerjisinde İthalat Yapılan Ülkeler

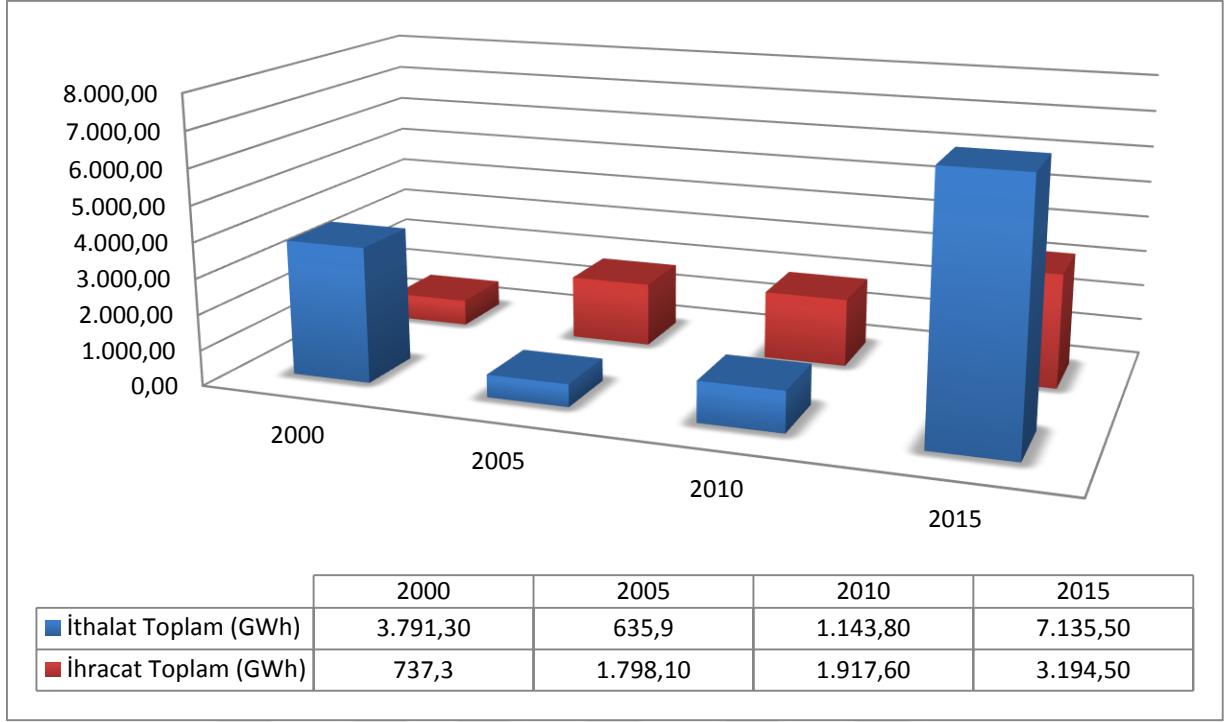
İTHALAT TOPLAM (GWh)					
Ülkeler Yıllar	2000	2005	2010	2015	2016
Bulgaristan	3.296,9	-	-	4.842,0	4.587,0
Yunanistan	-	-	-	8,4	68,3
Azerbaycan	-	-	156,0	0,0	0,0
Gürcistan	204,7	101,1	303,2	417,5	1.039,3
İran (Türkmenistan)	3.791,3	534,8	684,6	1.867,7	635,8

Tablo 4. Elektrik Enerjisinde İhracat Yapılan Ülkeler

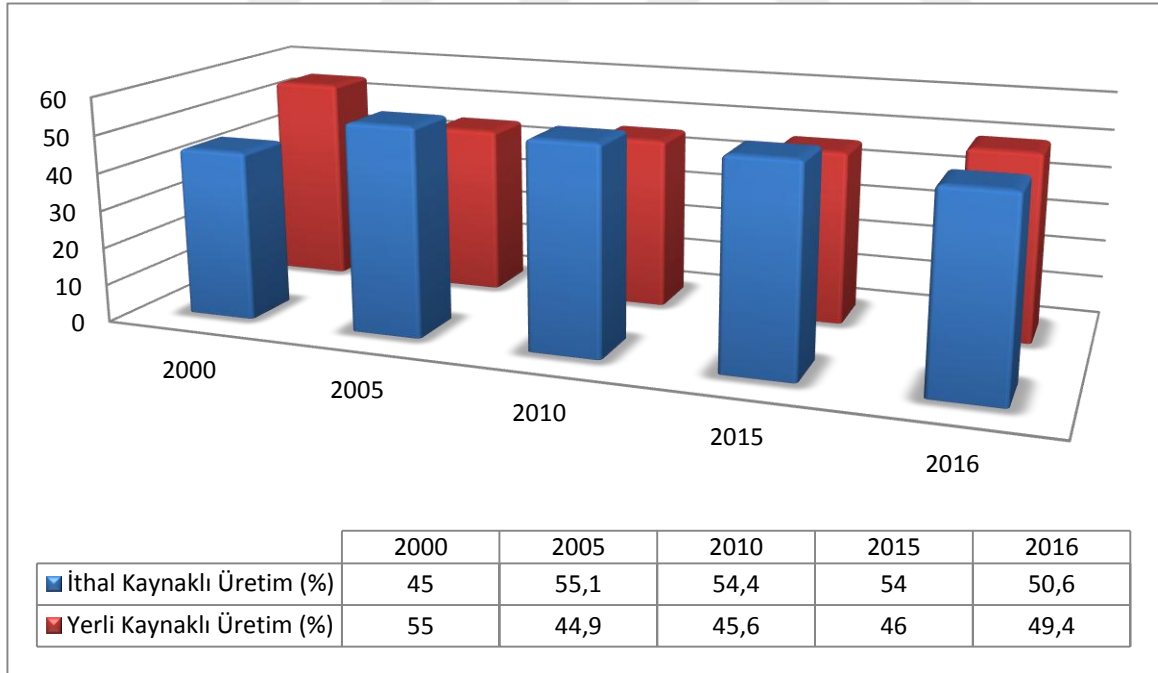
İHRACAT TOPLAM (GWh)					
Ülkeler Yıllar	2000	2005	2010	2015	2016
Bulgaristan	-	-	-	1,9	3,1
Yunanistan	-	-	-	2.818,6	1.444,3
Azerbaycan	437,3	384,1	0,3	0,0	-
Gürcistan	-	9,3	-	2,2	0,0
İran (Türkmenistan)	-	-	0,0	-	-
Suriye	-	-	629,1	-	4,3
Irak	-	1,404,7	1.288,1	371,8	-

Elektrik enerjisi için ithalat ve ihracat yapılan ülkeler ve GWh cinsinden enerji oranları tabloda verilmiştir. Tabloya göre ülkemizin son yıllarda enerjiyi, belirtilen ülkelerin hepsinden ithal ettiği görülmektedir. İhracat oranlarında ise Yunanistan'a 2015 ve 2016 yıllarında yüksek elektrik enerjisi temin ettiği görülür. Grafik 4'te Türkiye'de ki brüt enerji ithalat ve ihracatının toplamalarının yıllara bağlı olarak gelişimi görülmektedir.

Grafik 5'de yerli ve ithal kaynaklı elektrik enerjisinin ülkemizdeki kullanım oranları belirtilmiştir. Yerli kaynaklı elektrik enerjisinin 2000 yılından sonra düştüğü gözlenirken bu durumu arttırıcı politikaların devreye girmesi amaçlanmıştır.



Grafik 4. Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi İthalat ve İhracatının Gelişimi (2000-2016)



Grafik 5. Yerli ve İthal Kaynaklı Elektrik Enerjisi Üretiminin Toplam Türkiye Üretimi İçindeki Payı (2000-2016)

İKİNCİ BÖLÜM

DÜNYA ENERJİ PİYASASI

2.1. Dünya Enerji Piyasasına Genel Bakış

Doğada çeşitli şekillerde enerji kaynakları bulunmaktadır. Bunlar nükleer, fosil kökenli, ve yenilenebilir olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir. Fosil kaynakları, kömür, petrol ve doğalgaz oluşturmaktadır. Aynı zamanda bu kaynaklar geleneksel enerji üretim hammadeleridir (Ağaçbiçer, 2010:5).

Enerjide kaynak geliştirme ve üretim çalışmalarında amaca ulaşabilmek için uluslararası düzeyde teknoloji transferi ve yatırım çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum dünya ekonomisinde globalleşmenin sonucudur. Bu sonuçlar doğrultusunda dünya enerji ticaretinde büyümeler görülmektedir.

Enerji verimliliğinin artırılması ve çevre konularında tüm dünyada duyarlılık artmaktadır. Dünya enerji piyasaları, hükümetlerin müdahalelerinden piyasa dinamiklerine doğru kaymaya başlamış ve buna göre yönelir olmuştur. Bu olumlu gelişmelerin artırılarak sürdürülmesi gerekmektedir (Şentürk, 2009:3).

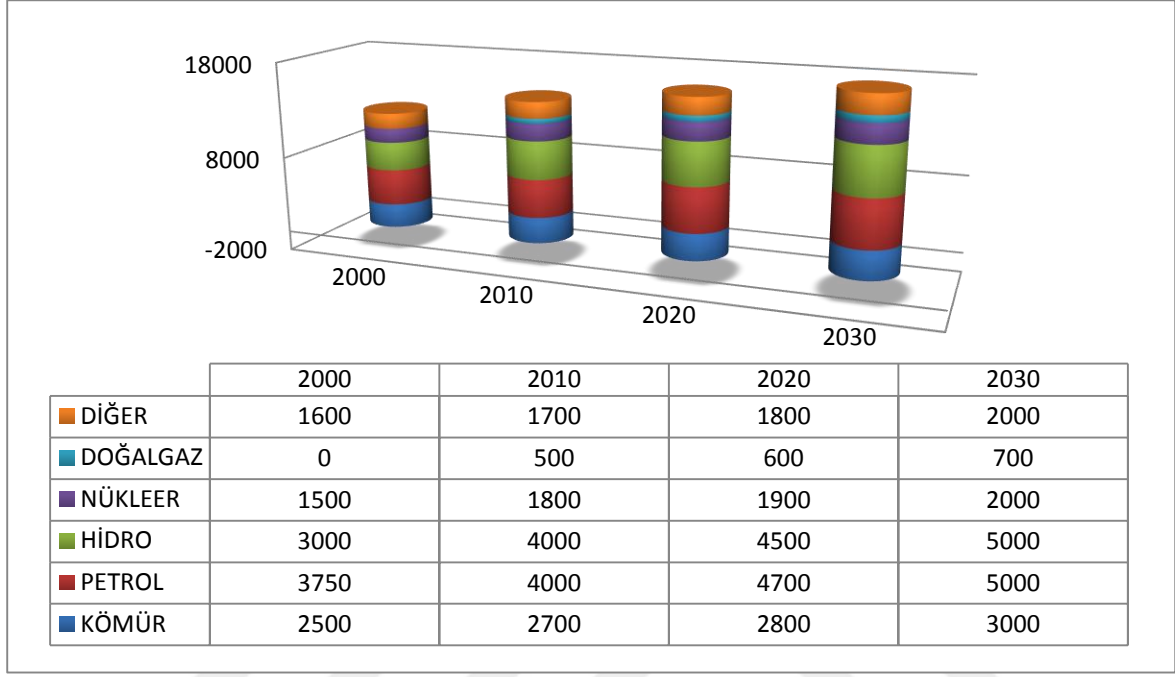
2.1.1. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Üretimi

Dünyada birincil enerji talebindeki yükseliş, nüfus artışı ve buna paralel olan artan gelir ile hız kazanmaktadır. OECD dışı ülkelere kaynaklanan nüfus artışı ve bu ülkelerde sanayileşme artışı ile kentleşme doğrudan birincil enerji talebinde ki hızlı artışın tetikleyicisi olmuştur. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) tarafından hazırlanmış olan 2012 Dünya Enerji Görünümü Raporu'na göre, 2010 yılında %55 seviyelerinde olan OECD dışı ülkelerin dünya enerji talebindeki payının, 2035 yılında %65'e çıkması beklenmektedir.

OECD'nin 36 üye ülkesi vardır. Bu ülkelerin ortak amacı üye ülkelerin refah düzeyini ve ekonomilerini yüksek tutmaktır. Bunun yanı sıra üye ülkelerin problemlerine çözüm yolları bulmak ve gelişme yolunda olan bu ülkelere yapılacak yardımları hızlandırmaktadır.

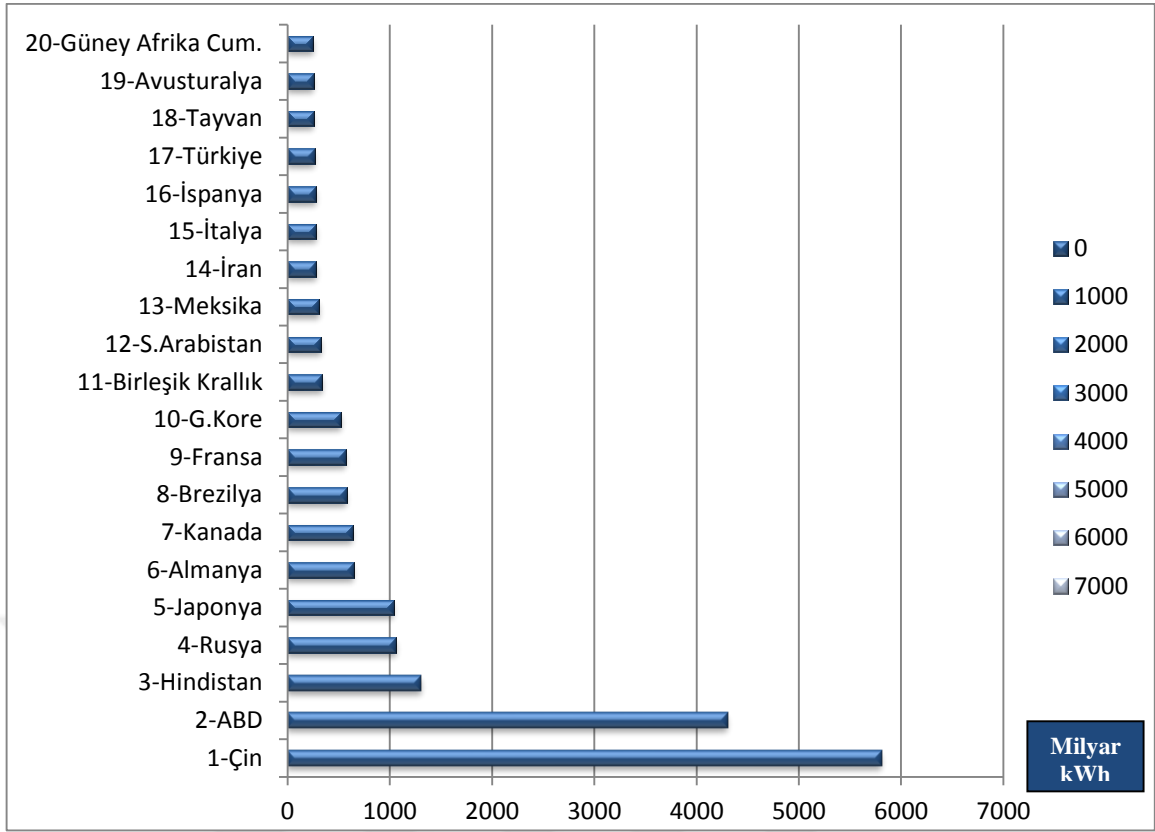
Günümüzde birincil kaynak olarak kabul edilen fosil yakıtlar kömür, petrol ve doğalgazdır. Sanayileşmenin başlamasıyla fosil yakıtlar tüm dünyanın enerji yükünü üstlenmiş

ve sürekli artan bir şekilde ısıtma, soğutma amaçlı olarak konutlarda, elektrik üretmek amacıyla elektrik santrallerinde, hemen her tür ulaştırma aracında ve sanayide tüketilmeye başlamışlardır (TESAB I, 38).



Grafik 6. Dünya Birincil Enerji Kaynakları Üretimi (milyar/ kWh)

Kaynak : TESAB I, 38.



Grafik 7. Dünya Enerji Üretiminde İlk 20 Ülke

Kaynak: EÜAŞ, 2016:6.

2.1.2. Dünya Enerji Tüketimi

OECD ülkeleri arasında bulunan Türkiye, dünyanın en büyük enerji tüketicileri arasında yer almaktadır. Özellikle, dünyanın birinci enerji tüketicisi olan ABD, üçüncü büyük ekonomisi olan Hindistan ve Avrupa Birliği'nin yer aldığı bu uluslar topluluğunun uzun yıllar böyle kalması beklenmektedir (TESAB I, 38).

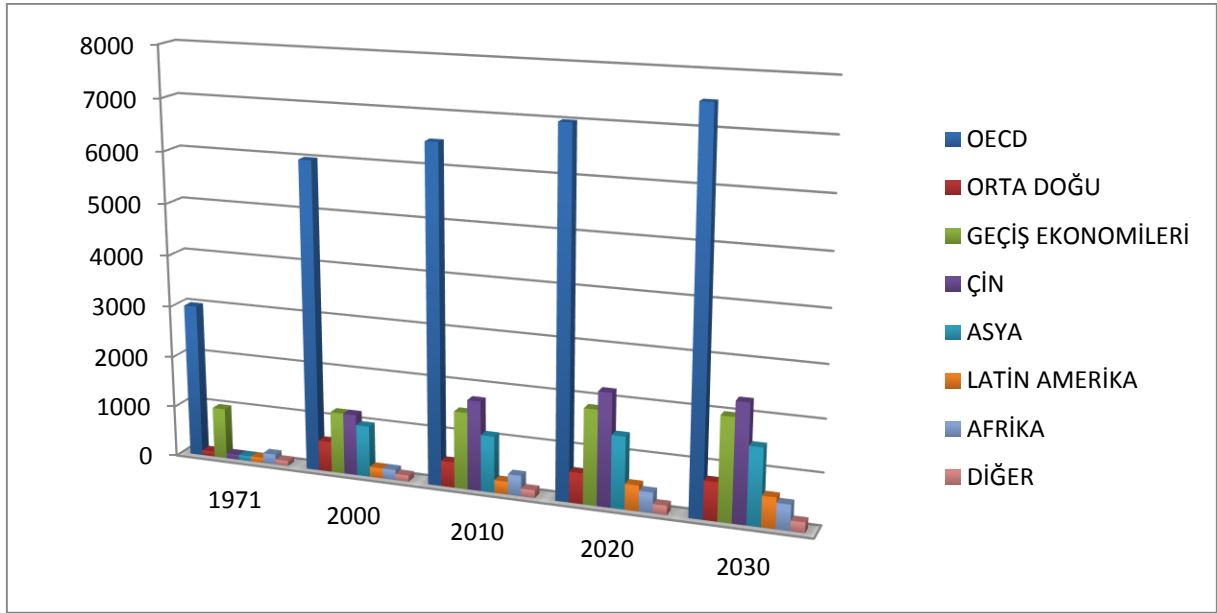
Türkiye'nin de aralarında bulunduğu enerji tüketicileri tablosu aşağıda yer almaktadır. BP tarafından yayınlanan 2017 Dünya Enerji İstatistiklerinde, birincil enerji tüketimi, son on yıl ortalamasının altında kalmış olduğu görünse de 2016 yılında bir önceki seneye göre %1,3 artış ile 13.276 Mtep olarak gerçekleşmiştir. Büyümenin büyük kısmı gelişen ekonomiye sahip ülkeler tarafından gerçekleşmiştir. Tüm büyümenin yarısını Çin ve Hindistan gerçekleştirirken, Çin dünya enerjisinin %23'ünü tüketerek ilk sırada yer almaktadır. Birincil enerji kaynakları içerisinde 2016 yılına %0,4 oranında azalış gösteren ABD ise %17'lik oranla Çin'i takip eder.

Ülkemiz ise 2016 yılında Dünya birincil enerji kaynak tüketimini 2015 yılına göre %4,2 oranında arttırmış, dünya enerjisinin %1'ini tüketmiştir. (TETAŞ, 2017:2).

Tablo 5. BP 2017 Dünya Enerji İstatistikleri

ÜLKELER	2015 (Mtep)	2016 (Mtep)	2016 Büyümesi (%)	2005-2015 Büyüme Hızı (%)	2016 Payı (%)
Çin	3.006	3.053	1,3 %	5,3 %	23,0 %
ABD	2.276	2.273	-0,4 %	-0,3 %	17,1 %
Hindistan	685	724	5,4 %	5,7 %	5,5 %
Rusya	682	674	-1,4 %	0,5 %	5,1 %
Japonya	446	445	-0,4 %	-1,6 %	3,4%
Kanada	328	330	0,3 %	0,2 %	2,5%
Almanya	318	322	1,2 %	-0,4 %	2,4%
Brezilya	303	298	-1,8 %	3,7 %	2,2%
Güney Kore	280	286	1,9 %	2,4 %	2,2%
İran	263	271	2,7 %	4,0 %	2,0%
Suudi Arabistan	261	266	1,9 %	5,1 %	2,0%
Fransa	239	236	-1,7 %	-0,9 %	1,8%
Birleşik Krallık	191	188	-1,7 %	-1,8 %	1,4%
Meksika	189	187	-1,5 %	1,2 %	1,4%
Endonezya	165	175	5,9 %	3,0 %	1,3%
İtalya	150	151	0,7 %	-2,1 %	1,1%
Avustralya	138	138	-0,6 %	1,8 %	1,0%
İspanya	134	135	0,2 %	-1,2 %	1,0%
Türkiye	132	138	4,2 %	4,4 %	1,0%
Tatvan	122	124	1,4 %	3,5 %	0,9%
TOPLAM	10.307	10.414	1,0 %	1,7 %	78,4%
Dünya Toplamı	13.105	13.276	1,0 %	1,8 %	100,0%

Kaynak: TETAŞ, 2017:2.



Grafik 8. Dünya Enerji Tüketimi

Kaynak : TESAB I, 39.

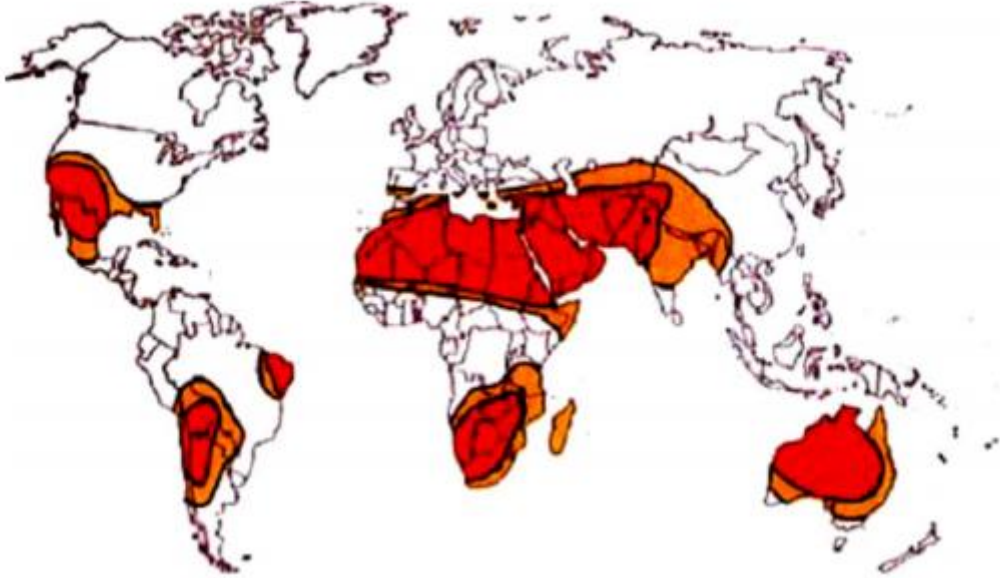
2.2. Dünyadaki Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli

Yenilenebilir enerji kaynakları hâlihazırda dünya üzerindeki işlevlerini, kişiler müdahale etmese de yapmaktadırlar ve bu potansiyelin oluşması “Büyük Patlama” yani “Big Bang” teorisine göre şekillenmeye 14 milyar yıl önce başlamıştır (TESAB I, 94).

Dünya enerji piyasalarının gelişiminde yenilenebilir kaynakların, fosil kaynaklara göre daha hızlı geliştikleri ve bunun sebebi olarak, fosil kaynakların çevreye verdiği etkinin ciddi boyutlara ulaşması, azalan rezervlerin, spekülasyonların da etkisiyle yüksek fiyatlardan satılması ve bilinçlenen hükümetlerin izledikleri politikaları değiştirmiş olmalarıdır. Dünya’da yenilenebilir enerji üretimi 2011 yılında %17.7 artmış, bu artış ile dünya enerji ihtiyacının %10’u karşılanmıştır. Global elektrik enerjisi üretiminde ise yenilenebilir enerji kaynaklarının payı 2000 yılında %1.5 iken, 2011 yılında bu rakam %3.9’a ulaşmıştır. Dünya yenilenebilir enerji üretiminin %54’lük kısmını hidroelektrik enerji, %33 olan kısmını rüzgâr enerjisi ve kalan %17’lik kısmını geri kalan yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmaktadır (Kara, 2013:18).

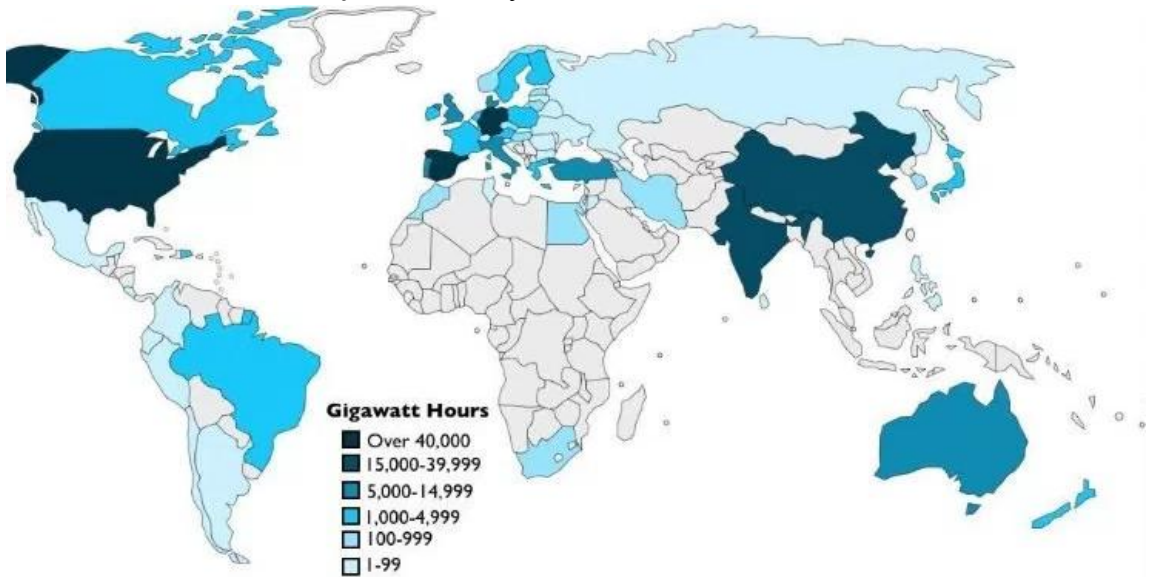
2.2.1. Dünya Yenilenebilir Enerji Üretimi ve Tüketimi

Varsayılan yıl 2050 yılı olup, gelişmiş ülkelere göre gelişmekte olan ülkelerin çoğunun daha fazla enerji harcayacağı beklenmektedir. Harita 1’de dünya üzerindeki güneş ışınımı yüksek olan bölgeler verilirken Harita 2’de dünya üzerinde bir diğer yenilenebilir enerji olan rüzgârdan enerji üretiminin yüksek olduğu bölgeler gösterilmiştir.



Harita 1. Dünya’da ki Güneş Işınımı Yüksek Bölgeler

Kaynak: Sarıkaya, 2015:60



Harita 2. Dünya’da ki Rüzgâr Enerjisi Yüksek Bölgeleri

Tablo 6. Ülkelere göre Güneş ve Rüzgâr Santrallerinin Kurulu Güç Listeleri

Ülkelere Göre Dünya’da Rüzgâr Santralleri				Ülkelere Göre Dünya’da Güneş Santralleri			
S.	ÜLKE	Güncelleme	Kurulu	S.	ÜLKE	Güncelleme	Kurulu
1	ÇİN	Aralık 2016	168.732	1	ÇİN	Haziran 2017	102.470
2	ABD	Aralık 2016	82.184	2	Japonya	Aralık 2016	42.750
3	Almanya	Ekim 2017	55.340	3	Almanya	Ekim 2017	42.710
4	Hindistan	Aralık 2016	28.700	4	ABD	Aralık 2016	40.300
5	İspanya	Temmuz 2017	22.841	5	İtalya	Aralık 2016	19.279
6	Birleşik Krallık	Aralık 2016	14.543	6	Birleşik Krallık	Aralık 2016	11.630
7	Fransa	Aralık 2016	12.066	7	Hindistan	Aralık 2016	9.010
8	Kanada	Aralık 2016	11.900	8	Fransa	Aralık 2016	7.130
9	Brezilya	Aralık 2016	10.740	9	İspanya	Temmuz 2016	6.730
10	İtalya	Aralık 2016	9.257	10	Avusturalya	Aralık 2016	5.900
11	İsveç	Aralık 2016	6.520	11	Güney Kore	Aralık 2016	4.350
12	Türkiye	Kasım 2017	6.504	12	Belçika	Aralık 2016	3.422
13	Polonya	Aralık 2016	5.782	13	Kanada	Aralık 2016	2.715
14	Portekiz	Aralık 2016	5.316	14	Yunanistan	Aralık 2016	2.610
15	Danimarka	Aralık 2016	5.228	15	Türkiye	Kasım 2017	2.246

Kaynak: Enerji Atlası
(<http://www.enerjiatlası.com>)

Dünyada ilk 15 içerisinde yer alan rüzgâr ve güneş enerji santrallerinin kurulu güç listesine bakıldığında Çin her iki enerji grubunda da ilk sırada yer almaktadır. Türkiye güneş enerji santrali bakımından 2.246 MW kurulu gücü ile dünyada 15. sırada yer alırken, rüzgar enerjisinde 6.504 MW kurulu güç kapasitesi ile 12. sırada yer almaktadır.

2016 yılında Türkiye Rüzgâr enerji Birliği tarafından yayınlanan raporda kurulumu tamamlanmış ve faaliyette bulunan 113 rüzgâr enerji santrali bulunmaktadır. Bölge bazında bakıldığında santrallerin en fazla olduğu yer Ege Bölgesi’dir. Ege Bölgesi’ni sırasıyla Marmara, Akdeniz, İç Anadolu, Karadeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri takip eder.

Rüzgâr enerjisi alanında en iyi iki ülke Çin ve Almanya’dır. Türkiye’nin bu en gelişmiş iki ülke ile kıyaslanması, aradaki farkın görülmesi ve bu politika düzenlemelerinin başlatılması açısından önem arz etmektedir. Son 10 yıl içinde yapılan kanuni düzenlemeler ile teşvikler bu enerjinin ülkemizde ki kurulu gücünde ciddi bir artışı da beraberinde getirmiştir. Geçmişe göre önemli bir ilerleme görülse de rüzgâr enerjisi alanında lider olan bu iki ülke ile kıyaslandığında olumlu bir tablo ortaya çıkmamaktadır. Bu alanda en iyi ilerleyen Almanya teknolojik gelişmeleri ve diğer ülkelere örnek teşkil eden gelişmiş sistemiyle önceki yıllardan %12 daha ucuz rüzgâr enerjisi üretir hale gelmiştir. Üretimlerinin 2/3’ünü ihraç etmektedirler.

Türkiye'nin şimdiki kurulu gücünün çok üzerinde olan Almanya'nın hedeflerinde 2020 yılına kadar kurulu gücünü yıllık 2500 MW arttırması beklentiler arasındadır.

Tabloda Türkiye ile Almanya'nın rüzgâr enerjisi bakımından belli başlıklar altında karşılaştırmasına yer verilmiştir.

Tablo 7. Almanya-Türkiye Rüzgâr Enerjisi Karşılaştırması

	Almanya	Türkiye
Kurulu Güç (MW)	44,947	4,694
Çalışan Kişi Sayısı	150.000	-
Türbin Sayısı	26,774	-
Elektrik Talebindeki Payı (%)	12	6

Kaynak : Bayraktar ve Çelik, 2016: 14.

2.2.2. Dünya' da Güneş Enerjisi

Konya iline bağlı Karapınar ilçesinde yapılan santral, güneş enerjisi yatırımlarının objektif olarak değerlendirilmesi için, Avrupa'da projesi tamamlanmış bölgelerle karşılaştırılması yapılmıştır. Bu konuda Bavyera Bölgesi önem arz etmektedir. Bavyera'nın önemini vurgulamak için dünyada kurulu güç olarak kabul edilen en büyük 50 PV güneş enerji tesisleri önemlidir. Tamamlanma tarihleri 2008 ile 2009 arasında seyrederken ülkelere ait PV tesis sayıları ve kurulu güç oranları tabloda gösterilmiştir.

Tablo 8. Dünya'nın Kurulu Güç Olarak Kabul Edilen En Büyük 50 PV Güneş Enerji Tesisleri

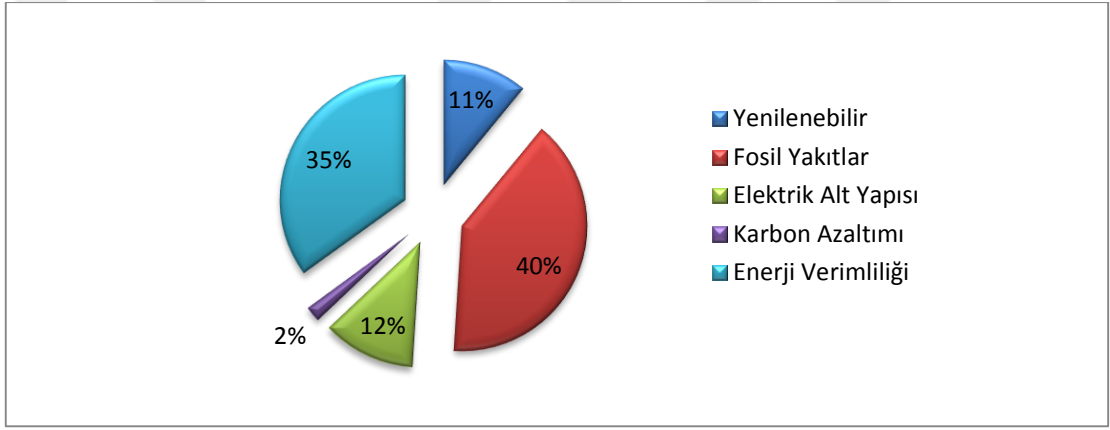
Ülke Adı	Tesis Sayısı
Kanada	2
İspanya	21
Almanya	15
Portekiz	1
Çek Cumhuriyeti	1
İtalya	1
ABD	4
G. Kore	3
Fransa	1
Çin	1
Toplam Tesis	50

Kaynak: Karapınar ilçesinde güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisi yatırımları için Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi Kurulmasına yönelik Fizibilite Raporu, 54.

Tabloya göre en büyük yatırımın toplamı 37 adet ile Almanya (16) ve İspanya'da (21) yapılmıştır. Sektörün temelini Almanya'da atılmış olması, daha fazla tecrübe ve bilginin kolay ulaşılabilirliği ile Karapınar'da yapılacak santral için karşılaştırma bölgesi seçilmiştir.

2.3. Dünya Enerji Yatırımları

Küresel enerji yatırımları, dünyada ki enerji ihtiyacını karşılayabilmek için sürekli bir artış içindedir. 2016 -2040 yılları arasında UEA verilerine göre toplam 66,5 trilyon dolar yatırım yapılacağı tahminler arasındadır. Bu yıllar arasında yeni politikalar senaryosu da dikkate alındığında kaynak bazlı enerji arzı alt yapısı grafikte gösterilmiştir.



Grafik 9. 2016-2040 arasında yeni politikalar senaryosu da dikkate alındığında kaynak bazlı enerji arzı alt yapısı.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TÜRKİYE ENERJİ PİYASASI

3.1. Türkiye Enerji Piyasasına Genel Bakış

Elektrik piyasalarında devlet kısıtlamalarının azaltma ya da tamamen kaldırılması (deregülasyon) iki ana sebebe dayanır. İlk olarak birbirinden bağımsız kurumlar aracılığıyla üretim, iletim ve dağıtım aşamalarının yapılması ve ikincisi ise bu üç işlevin özel sektöre yeni yatırımlar ile özelleştirmeler aracılığı ile aktarımıdır.

1980’li yılların ortalarında Türk elektrik piyasalarının deregülasyon süreci başlamıştır. Önceleri Türk Elektrik Kurumu (TEK) tarafından elektrik üretim, iletim ve dağıtım işlevleri doğrudan gerçekleştiriliyordu. Türkiye’nin nüfusun hızlı bir şekilde artmasından dolayı büyüyen ekonomisi daha fazla elektrik enerjisi talebini arttırdı. Bundan dolayı elektrik üretim kapasitesine duyulan ihtiyaç aynı oranda artmıştır.

Genel değerlendirilmeye bakılacak olursa; Türkiye, enerji üretiminin ihtiyacını yeterli ölçüde yerli kaynaklara sahip olmadığından dolayı karşılayamamaktadır. Bilhassa şimdilerde yaygın olarak kullanılan birincil enerji kaynakları olan doğalgaz ve petrol bakımından zengin olmayan bir ülkedir. Bundan dolayı kayda değer miktarda başka ülkelere ithalat yapmaktadır (Ağaçbiçer, 2010:99).

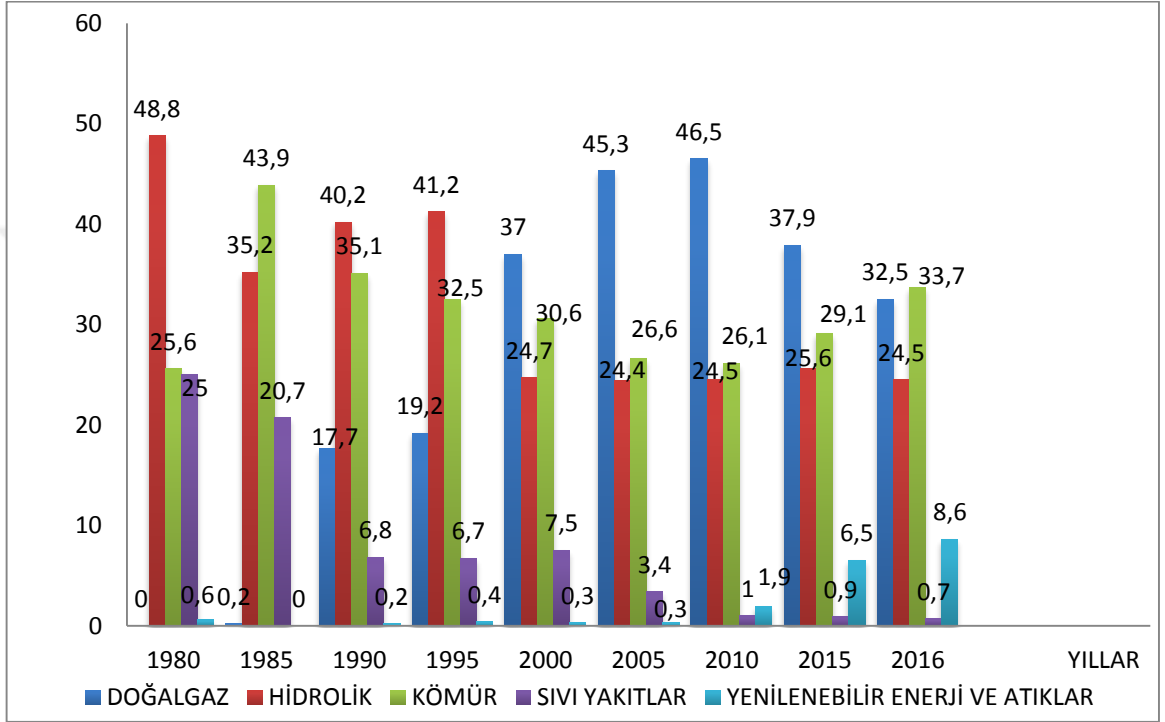
Ülkemizin beşer yıl arayla 2005 ve 2016 yılları arasında ki elektrik enerjisi görünümü aşağıda ki tabloda verilmiştir. 2005 yılında ki tüketim 160,7 iken 2016 yılında bu değer 207,3 milyar kWh’e ulaşmıştır. Son yıllarda hızla artan ekonomik büyüme oranları ile son 14 yılda elektrik enerjisi tüketim artış hızı ortalama %5,5 seviyelerindedir.

Tablo 9. Türkiye’de 2005-2016 yılları arasında elektrik enerjisinde meydana gelen arz ve talep (GWh)

YIL	ÜRETİM	İTHALAT	İHRACAT	TÜKETİM
2005	161.956	636	1.798	160.794
2010	211.208	1.144	1.918	210.434
2015	261.783	7.135	3.194	265.724
2016	203.491	4.835	983	207.343

3.1.1. Türkiye Birincil Enerji Kaynaklarının Üretimi

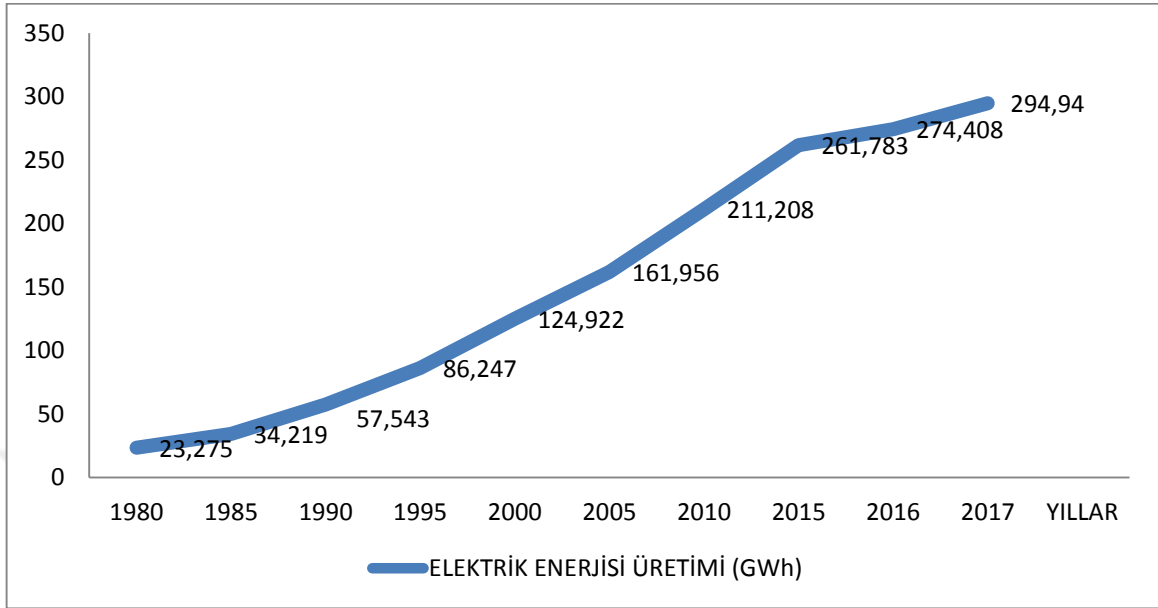
Birincil enerji kaynaklarını Türkiye ağırlıklı olarak doğalgazdan, kömürden ve yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlamaktadır.



Grafik 10. Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretimi ve Payları (1980-2016)

Kaynak : TÜİK

Grafikte 1980-2016 yılları arasında elektrik enerjisi üretmede kullanılan doğalgaz, hidrolik, kömür, sıvı yakıtlar ve yenilenebilir enerji ile atıkların yüzdeler oranları verilmiştir. Hidrolik enerjinin yıllar geçtikçe dalgalı bir yapıda azaldığı, sıvı yakıtların yıllar ile birlikte %0,7 oranlarına yok olmaya yüz tuttuğu görülürken yenilenebilir enerji ve atıklarda 1980'de %0,6 orandan 2016 yılında %8,6'ya yükseldiği görülmektedir.



Grafik 11. Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Enerjisi Üretim Toplamı (1980-2017)

Kaynak : TÜİK

1980-2017 yılları arasında toplam üretilen enerji grafikte gösterilmiş olup, 1980’de 23,275 GWh olan toplam enerji 2017 yılında 294,94 GWh’e yükselmiştir. 37 yılda on bir kattan daha fazla artış meydana gelmiştir.

Ülkemiz elektrik piyasası 2016 yılına göre 2017 yılında üretimde %8,1, tüketimde ise %6 oranında ki artışı Tablo-11’de gösterilmiştir. 2010 yılından itibaren üretimde %39,9 tüketimde %40,2 oranında artış aynı tabloda yer almıştır.

Tablo-10’da ise 2005-2017 arasında kaynak bazında elektrik üretim miktarları gösterilmiştir. Jeotermal, güneş ve rüzgâr bazlı üretimimiz bu yıllar arasında 153 GWh seviyesinden 26.563 GWh seviyelerine yükselmiştir.

Tablo 10. Yıllara Göre Kaynak Bazında Elektrik Üretimi

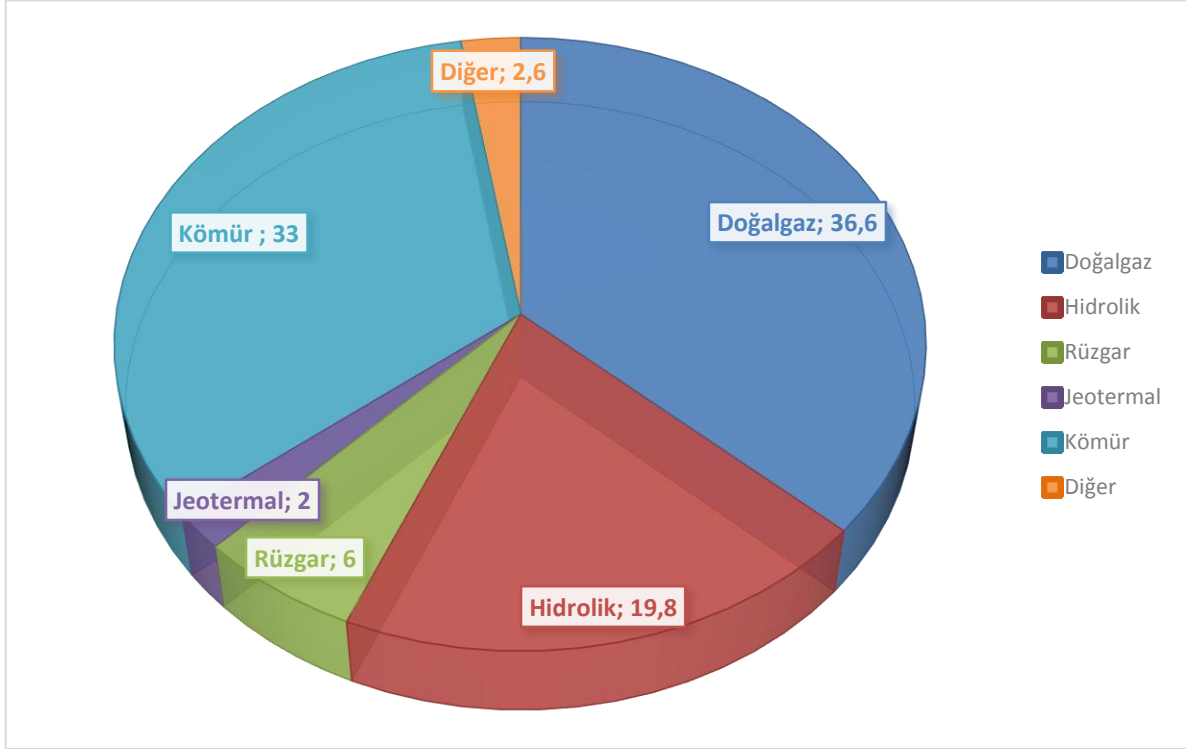
YIL	TERMİK	HİDROLİK	JEOTERMEL+RÜZGAR+GÜNEŞ	TOPLAM	DEĞİŞİM YÜZDESİ %
2005	122.242	39,561	153	161,956	7,5
2010	155.828	51.796	3.585	211.208	8,4
2015	179.366	67.146	15.271	261.873	3,9
2016	184.889	67.268	21.230	273.387	4,4
2017	210.498	58.450	26.563	295.511	8,1

Kaynak: TETAŞ, 2017:7.

Tablo 11. Türkiye Elektrik Piyasasının Görünümü

	Birim	2010	2016	2017	2010-2018 (% Değişim)	2016-2017 (% Değişim)
Kurulu Güç	MW	49.524	78.497	85.200	72,0	8,5
Puant Talep	MW	33.392	44.734	47.062	40,9	5,2
Üretim	GWh	211.208	273.387	295.511	39,9	8,1
İthalat	GWh	1.144	6.400	2.729	138,5	-57,4
İhracat	GWh	1.918	1.442	3.300	72,1	128,8
Tüketim	GWh	210.434	278.345	394.940	40,2	6,0

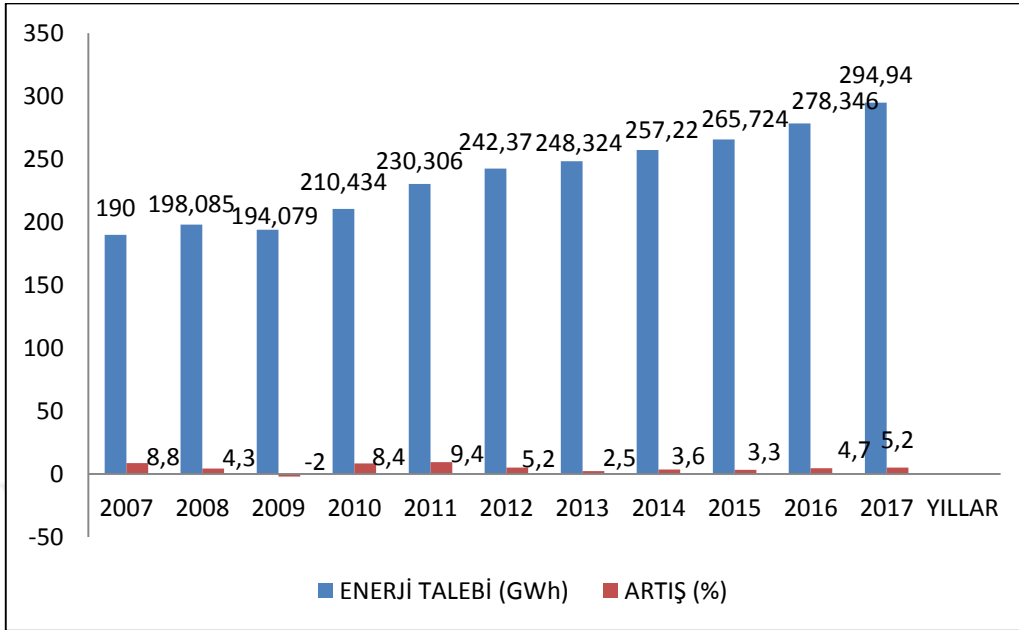
Kaynak: TETAŞ, 2017:6.



Grafik 12. 2017 Yılı Sonu İtibarıyla Kaynak Bazında Elektrik Enerjisi Üretim Oranları

Kaynak: TETAŞ, 2017:7.

3.1.2. Türkiye Birincil Enerji Kaynaklarının Tüketimi



Grafik 13. 2007 – 2017 Yılları Türkiye Elektrik Enerji Tüketimi

Kaynak : TEİAŞ

Türkiye elektrik enerjisi brüt tüketimi (Türkiye brüt üretimi+dış alım–dış satım) 2015 yılında %3,3 artarak 265,7 Milyar kWh, 2017 yılında ise %5,2 artış ile 294,94 Milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Son olarak 2017 yılında en büyük artışını %5,2 oranında artışla gerçekleştirmiştir.

3.2. Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Politikaları

Ülkemizin enerji politikasında, Türkiye'nin enerjiye duyulan ihtiyaç, sosyal kalkınmayı güçlendirip yönlendirecek biçimde, amaçlanan ekonomik kalkınmayı geliştirecek ölçüde olması ve bir yandan da yeterli, güvenilir, çevresel etkiyi de göz önüne alınarak sağlanması hedeflenmiştir (Avcı [2009] aktaran Sarıbaş, 2015:73).

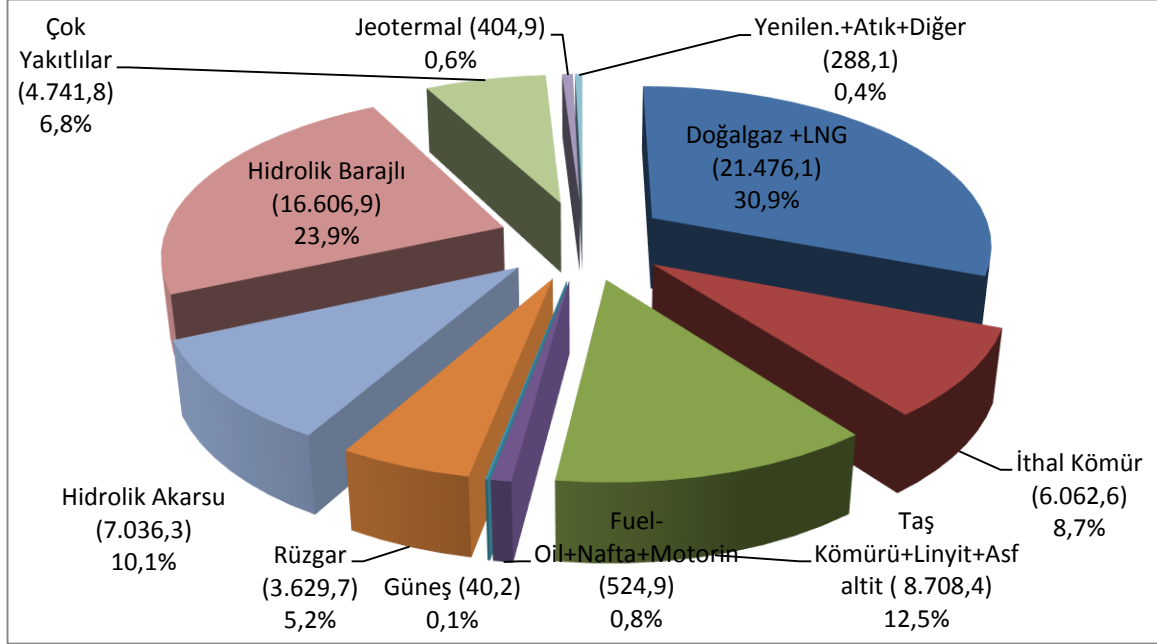
Türkiye' de Dünya'daki yenilenebilir enerji kaynaklarındaki yönelime benzer nedenlere sahip olup, bunlara ek olarak enerji ithalatı konusunda yerli enerjiyi teşvik edici alternatif enerji kaynaklarına yönelmesi gerekliliği ve Türkiye'nin Dünya eko-sistemine zararlı sistemlere karşı imzaladığı anlaşmalar nedeniyle bu üretimleri ön-gören strateji ve politikaları

uygulanması gerekçeleri sıralanmaktadır. Son 20 ile 25 yıl arasında enerji de yatırım denilince fosil yakıtlara ve ithal kaynaklara dayalı politikalar izlendiği görülmektedir (Güçüyeter, 2015:35).

Enerji kaynakları ile ilgili özet bilgiler verilecek olup, Güneş Enerjisi dördüncü bölümde kapsamlı bir şekilde açıklanacaktır.

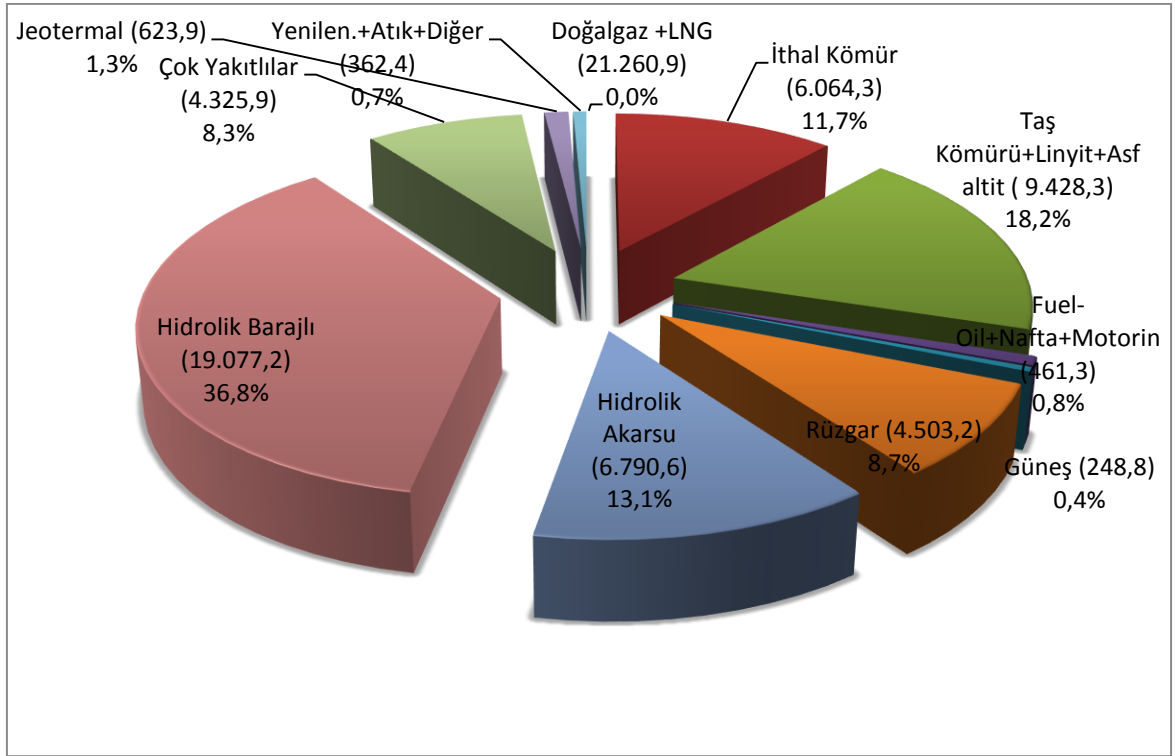
- **Hidrolik Kaynaklar** : En genel anlamıyla suda üretilen enerji olarak literatürde geçen hidrolik enerji yenilenebilen bir enerji olması sebebiyle önemli enerji kaynakları arasındadır. Hidrolik güçten enerji üretmek etkinliği yüksek, verimli ve temiz bir enerji üretim yöntemidir (Öztürk, 2008: 111). Suyun gücünün Hidrolik Enerji Santrali (HES) tarafından enerjiye dönüştürülmesi sonucunda hidrolik enerji meydana gelir.
- **Jeotermal Kaynaklar**: Kelime anlamından da anlaşılacağı üzere, “jeo” yer ve “termal” ısı anlamına gelen jeotermal enerji kaynağını magma tabakasından almaktadır. Bu enerjinin kullanılabilmesi için yağmur suları yerkabuğunun derinliklerinde ki bu ısı sayesinde ısınarak sondaj yoluyla dışarı çıkarılmalıdır. Doğa dostu olup herhangi bir kirlilik yaratmayan bu enerjinin birçok alternatif kullanım alanı bulunmaktadır. Bunlar endüstriyel gereksinimler, bölgesel ısıtmada, kaplıcalarda, çiftlik balıkçılık gibi alanlarda ve sağlık turizmi açısından önemli bir enerji kaynağıdır (Albayrak, 2011: 20-21).
- **Biyokütle** : Güneş enerjisinin bitkilerin bünyesinde dönüştürülmüş şekilde depolanarak ihtiyaç duyulduğunda kullanılması biyokütle enerjisinin özünü oluşturmaktadır. Enerji bitkileri arasında şeker kamışı, akasya, söğüt, kavak gibi çok çabuk yetişen ağaçlar, panicum gibi yabani otlar, tatlı süpürge otu, mısır, endüstriyel kenevir, tütün, soya gibi tarla bitkileri sayılabilir (Uçak, 2010:83).
- **Rüzgar Enerjisi** : Yerkürenin üzerinde ki hava katmanına atmosfer adı verilir. Güneş yerküre ile bu hava katmanının da ısıtır. İki bölgenin de farklı ısınması sonucunda basınç farklılıkları oluşur ve hava kütleleri yüksek basınçlı yerden alçak basınca doğru hareket eder. Bu kütle hareketi rüzgarı meydana çıkarır. Rüzgar kinetik enerji taşır ve bu kinetik enerji başka enerji çeşitlerine dönüşüp kullanım alanı oluşturabilir (Karataş, 2009:36).

Türkiye’de ki kurulu güç ile elektrik üretiminin 2014-2017 tarihleri arasında ki gelişimi grafikler ile açıklanmıştır. Grafikler 13.0.2017 tarihinde TEİAŞ’ın yayınladığı bilgiler doğrultusunda hazırlanmıştır.



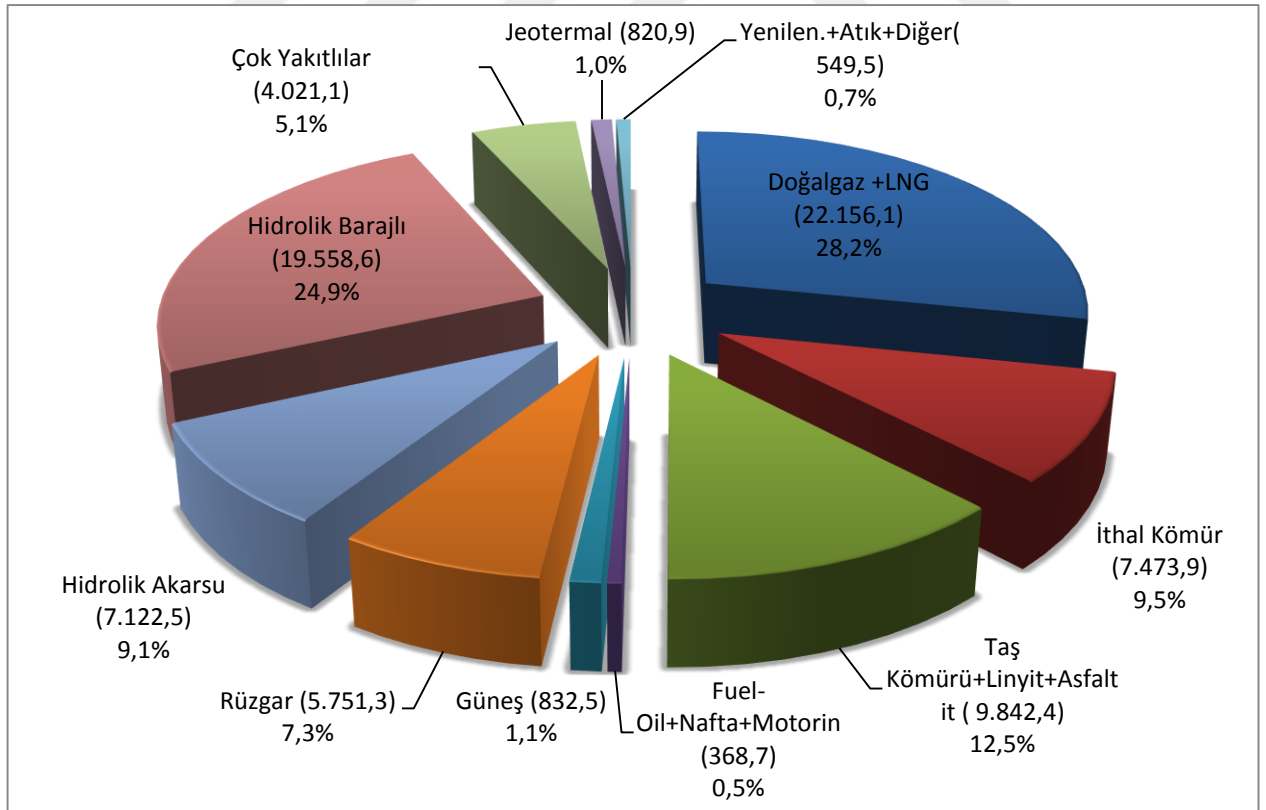
Şekil 4. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü - 2014

Kurulu Güç (2014) : 69.519,8 MW



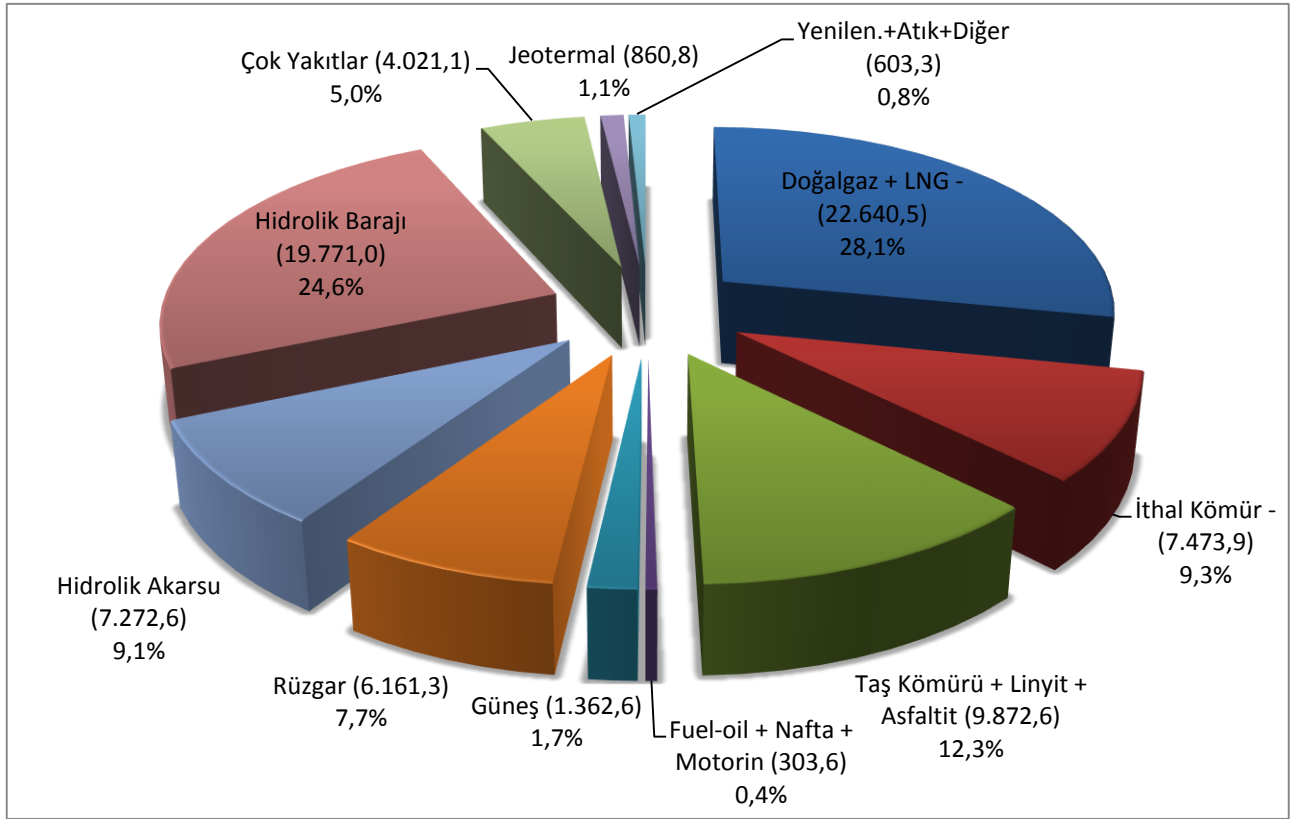
Şekil 5. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü - 2015

Kurulu Güç (2015) : 73.146,7 MW



Şekil 6. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü – 2016

Kurulu Güç (2016) : 78.497,4 MW



Şekil 7. Türkiye’de Elektrik Enerjisi Kurulu Gücü – 2017 Haziran Sonu

Kurulu Güç (06/2017) : 80.343,3 MW

Yıl bazlı gösterilen grafiklerde ülkemizde elektrik enerjisinden faydalanmada kurulu güç yüzdeleri verilmiştir. 2014 yılında ki toplam MW 69.519,8 MW iken 2017 yılının Haziran ayında bu değer 80.343,3 MW’a yükselmiştir.

3.3. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Süreci ve Verimliliği

Verimlilik; homojen nitelikte ki ürünün, düşük girdi ile maksimum faydanın sağlanabildiği koşullarda oluşması ile ortaya çıkar. Enerji verimliliği ise aynı şekilde homojen niteliğe sahip olan ürün için daha az enerji kullanılarak üretilmesi ya da aynı miktardaki enerji ile daha çok miktarda ürünün oluşturulması ile açıklanabilir.

Enerji yoğunluğu, kişi başı enerji tüketiminin gayri safi milli hasılaya oranıdır ve bu enerji yoğunluğu, enerji verimliliğinde yaygın olarak kullanılır (Uçak,2010:10). Aynı zamanda enerji tüketiminin (tep, joule) finansal bir göstergeye (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla-GSYİH, Katma Değer vb) oranı olarak da tanımlanmaktadır. (ETKB, 2017:2)

Ülkelerin enerji bakımından gelişmişlik düzeyini, enerji yoğunluğu ve kişi başına düşen enerji tüketim düzeyini gösterir. Bir ülkenin enerji bakımından gelişip gelişmediğini anlayabilmek için kişi başına düşen, enerji tüketiminin yüksek olmasının yanında enerji yoğunluğunun da düşük olması, o ülkenin enerji bakımından kayda değer bir düzeyde olduğunu gösterir (Mahmutoğlu, 2013:99).

Türkiye yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelini verimli ve etkin bir şekilde değerlendirebilmesi ve bu kaynaklar için gerekli ekipman ile birlikte belirli politikaları temel bir prensip haline getirmesi gerektiği yönündedir (Gücüyeter, 2015:35).

İthal kaynaklara ve fosil yakıtlar için izlenen politikalara sonuç olma yönünde ortalama 10 yıllık zaman içerisinde Enerji verimliliği konusunda ülkemizdeki önemli gelişmeler olmuştur (Gücüyeter, 2015:35).

Gelişmeler Tablo 7’de gösterilmektedir.

Tablo 12. Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Verimliliği Süreci

Türkiye’de Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Verimliliği Süreci	
2004	Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi
2007	Enerji Verimliliği Kanunu
2007	Enerji Verimliliği Kanunu ile 10.05.2005 tarihli ve 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun faaliyet ve kapsamlarını ortak uygulayabilmek.
2008	ENVER (Enerji Verimliliği) Yılı
2008	Enerji Verimliliği Yılı Hakkında Başbakanlık Genelgesi
2008	Merkezi Isıtma ve Sıhhi Sıcak Su Sistemlerinde Isınma ve Sıhhi Sıcak Su Giderlerinin Paylaşılmasına İlişkin Yönetmelik
2008	Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Arttırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik
2008	Kamuda Akkor Flamanlı Lambaların Değiştirilmesi Hakkında Başbakanlık Genelgesi
2008	Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına İlişkin Yönetmelik
2008	Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği
2008	Atık Yönetimi Eylem Planı (2008–2012)

2009	Enerji Verimliliği Danışmanlık (EVD) firmalarının yetkilendirilmesine başlandı.
2009	Elektrik Enerjisi Piyasası ve Arz Güvenliği Strateji Belgesi ile 2023 yılı hedef öngörüsü belirlenmiştir.
2010	Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi onaylandı.
2010	EVD firmalarının yetkilendirilmesi ve destek başvuruları 2011 sonuna kadar durduruldu.
2011	Binalarda Enerji Kimlik Belgesi zorunluluğu bağlatılmıştır. (İklim Değişikliği Eylem Planı Kapsamında)
2011	Enerji Verimliliği Strateji Belgesi taslağı EVKK' de onaylandı.
2011	Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına İlişkin Yönetmelik değişti.
2011	Elektrik İşleri Etüt İdaresi (EİE) Genel Müdürlüğü kapatıldı.
2012	Enerji Verimliliği Stratejisi güncellendi. (Yenilenebilir Enerji Kullanım alanlarının genişletilmesi ve kamu-özel işletmelerin yaygınlaştırılması)
2014	Enerji Kaynaklarının ve Enerjinin Kullanımında Verimliliğin Arttırılmasına İlişkin Yönetmelik'teki değişikliklerle, ISO 50001 Enerji Yönetim Sistemi-Kullanım Kılavuzu ve şartlar Standardı belgesine sahip olma zorunluluğu getirilmiştir.
2023	Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2010 - 2023 ile; 2023 yılına kadar, elektrik enerjisi yoğunluğunu en az %20 düşürmek amacıyla talep tarafı yönetimi konusunda tedbirler geliştirilecektir. 2023 yılına kadar; enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kaynakları alanlarında, yurt içinde gerçekleştirilen AR-GE sonuçlarına destekli üretime aktarılmış özgün tasarım ve/veya ürün sayısı en az 50 olacağı, 2010 yılındaki yapı stokunun en az 1/4'ü 2023 yılına kadar, sürdürülebilir yapı haline getirileceği, 2023 yılına kadar; ülke genelindeki kömürlü termik santrallerin, atık ısı geri kazanımı dâhil yaklaşık toplam çevrim verimleri %45'in üzerine yükseltilmesi, Kamu kuruluşlarının bina ve tesislerinde, yıllık enerji tüketimi 2015 yılına kadar %10 ve 2023 yılına kadar %20'ye düşürülmesi, 2023 yılında, Kentsel Dönüşüm Kanunu ve Deprem Yönetmeliği dâhilinde kullanılabilir niteliği taşıyan binalar arasından; büyük şehir mücavir

alanlarındaki yapı gurup sınıfı 2. sınıf veya üzeri olan konutlar ile birlikte toplam kullanım alanı 10.000 m ² 'nin üzerindeki ticari ve hizmet binalarının tamamında, yürürlükteki standartları kapsayan ısı yalıtımı ve enerji verimliliği ısıtma sistemleri bulundurulması gibi stratejik amaçlar kararlaştırılmıştır.

Kaynak : Gücüyeter, 2015:36

Ulusal enerji verimliliğine konu olan enerji verimliliği hedeflerine ulaşmada ülkemiz için 2023 yılı belirlenmiştir.

- Türkiye'nin Enerji Verimliliği Strateji Belgesi 2012 - 2023 içeriğinde açıkça belirtilen enerji verimliliği hedefleri, 2023 yılı için belirlenmiştir.
- 2012/27/AB Sayılı Avrupa Direktifine istinaden, 2012 yılında, Avrupa Birliği düzeyinde hedefler, sekiz yıllık bir gerçekleştirme zaman çerçevesi ile 2020 için belirlenmiştir.

Ulusal enerji verimliliği eylem planları, bu yeni hedefleri 2014'te içermekte olup, 1. ve 2. UEVEP'leri süresince yapılmış ve/veya yapılmakta olan geçmiş çalışmaları da hesaba katmıştır. 2015 yılı içerisinde çıkan 1. UEVEP bünyesinde, sekiz yıllık zaman çerçevesi, öngörülen araçların etkilerinin Türkiye Enerji Verimliliği Stratejisi'nde belirlenen hedefler ile örtüşeceği yıl olarak 2023 yılına işaret etmektedir. Bazı politika ve hedefler, bu hedeflere ulaşılabilmesi için kullanılması muhtemel araç ve önlemler ile birlikte belirlenmiştir. Nihai hedef, 2023 yılında, Türkiye'nin birim GSYH başına tüketilen enerji miktarının en az %20 azaltılmasıdır (UEVEP, 2015:12)



Şekil 8. Ulusal enerji verimliliği eylem planı süre kapsamı

Kaynak : UEVEP, 2015:13.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI ARASINDA GÜNEŞ ENERJİSİ

4.1. Güneş Enerjisine İlişkin Genel Açıklama

Güneş enerjisi bir çeşit ışımaya enerjisidir. Bu enerji güneş çekirdeğinde ki füzyon süreciyle meydana gelmektedir. Güneş enerjisi yeteri kadar fazla miktarda bulunabilen bir yenilenebilir enerji kaynağı olmakla birlikte çevre dostudur ve içinde zararlı emisyonlar barındırmaz (Karataş, 2009: 189). Füzyon, güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklinde olur. Bilimsel olarak incelendiğinde dünya atmosferinin çevresinde güneş enerjisinin şiddeti hemen hemen 1370 W/m^2 'dir. Fakat yer kabuğuna gelen enerjinin şiddeti (0-1100) W/m^2 olarak değişmektedir (Ceylan, 2012:126).

Dünya üzerinde kullanılan tüm enerji kaynaklarının temeli dolaylı ya da dolaysız olarak güneş enerjisine dayanmaktadır.

Güneşin bir gün içerisinde yaydığı enerjinin yaklaşık 10 milyarda biri dünyamıza güneş enerjisi olarak yansır. Dünyamıza bir günde gelen güneş enerjisi, güneşin toplam saldıdığı enerjinin yaklaşık 10 milyarda biridir. Bunun değeri, $1,5 \times 10^{22} \text{ J}$ yani 15 000 000 katrilyon joule'dür. (Bir Joule, bir kibritin yanması ile ortaya çıkan ısı enerjisinin yaklaşık binde biridir.) Dünyaya bir yılda düşen güneş enerjisi yaklaşık 200 trilyon ton kömüre es değerdir. (Bu değer, günümüzde dünyada kullanılan toplam enerjinin 15-16 bin katına karşılık gelir). Türkiye üzerine bir yılda gelen güneş enerjisi yaklaşık 80 milyar ton petrole es değerdir. Dünyamıza bir yıl boyunca düşen güneş enerjisi dünyadaki çıkarılabilir fosil yakıt kaynakları rezervlerinin tamamından sağlanan enerjinin yaklaşık 15-20 katına es değerdir (Ataman, 2007:100).

Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına nispeten güneş enerjisi çevre dostu olmasının yanında kullanım alanı potansiyeli bakımından ve erişim yönünden daha elverişlidir.

4.2. Güneş Enerjisinden Faydalanmanın Tarihçesi

Türkiye'de güneş enerjisinden faydalanma çalışmalarının 30 seneye yakın bir mazisi bulunmaktadır. Bu konuda ticari olarak ilk güneş enerjisi sistemi üreten firmanın kurulması ise 1970 yıllarına rastlamaktadır. İlk 10 senelik devre içindeki çalışmalar, işin ekonomik yönünden ziyade bu sistemlerin tekniği ile ilgilenmiştir. 1970 yılı ortalarında konuya ilgi çok artmış,

üniversiteler ve araştırma kurumlarının yanı sıra güneş enerjisi sistemleri üreten firmalar çoğalmaya başlamıştır. 1983 yılı başlarında güneş enerjisi sistemleri üreten firma sayısının 50'yi geçtiği görülmektedir (Özsabuncuoğlu, H., Türe. E., Kayalı R., Kavvas M., Sönmez, İ., 1991:41).

4.3. Güneş Enerjisinin Teknolojik Detayları

Güneş enerjisinden faydalanma çalışmaları 1970 yılına dayanır. Günümüzde güneş enerji sistemlerindeki teknolojik ilerlemeler ve maliyetlerdeki düşme, güneş enerjisini temiz enerji kaynağı olarak ön plana getirmiştir (Ceylan, 2012:127).






Güneş enerji teknolojileri iki ana gruba ayrılabilir.

- Isıl güneş teknolojileri: Bu sistemler için ilk önce güneş enerjisinden ısı elde edilmesi gerekir. Doğrudan kullanılabilen bu teknoloji elektrik üretiminde de kullanılabilir. Yoğunlaştırılmış güneş santralleri (CSP), güneş enerjisini yüksek sıcaklıkta ısıya dönüştürerek elektrik üretir (Mahmutoğlu, 2013:22).
- Güneş pilleri: Diğer adı fotovoltaik pillerdir. Yarı iletken malzeme olup, güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürür (Ceylan, 2012:127).

Güneş hücresinin yapısına göre güneş enerjisi %5 ile %20 arasında ki bir verim oranıyla elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Şimdilerde ki bu oran %33 civarındadır. Fotovoltaik ya da güneş hücresi modülü; güç çıkışını arttırabilmek için fazla miktarda güneş hücresinin birbirine seri halinde ya da paralel biçiminde bağlanması sonucu bir yüzeye monte edilmesi ile oluşan sistemin adıdır. (Adıyaman, 2012:43).

Doğrudan elektrik enerjisi dönüşümü için fotovoltaik sistem kullanılır. Diğer adıyla güneş pili de denilen bu sistemler güneş izleme düzeni ile mümkün olan maksimum güneş enerjisinden yararlanır. Yoğunlaştırılmış güneş enerjisinin kullanıldığı güneş santralleri (çoğunlukla elektrik enerjisi elde etmek için); güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren güneş gözeleri (solar cells) gün geçtikçe yaygın kullanım alanları bulmaktadırlar (Ataman, 2007:102).

Güneş pillerinin kullanılmasında başta gelen dezavantaj, mevcut durumda ki üretimlerin çok yüksek maliyetlerden karşılanmasıdır.

Güneş Enerjili Araçlar	Güneş Enerjili Yapılar	Çevre elemanları
 	 	 

Şekil 9. Güneş pillerinin bazı kullanım alanları

Ülkemiz güneş enerjisi kuşağında yer almaktadır. Bu sebeple güneşlenme süresi ve potansiyeli yüksektir. Bu kaynak yalnızca düşük sıcaklık uygulamalarında kullanıldığından ülkemizde yeterince faydalanılamamaktadır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi - Dünya’da ve Türkiye’de Güneş Enerjisi 2014).

Güneş enerjisinden; tarımda ve seralarda, içme suyu dezenfeksiyonun da, yemek pişirmede, aydınlatmada, konutların ısıtılması, sıcak su temininde, su pompalarında, kurutmada, elektrik enerjisi elde edilmesinde, suni fotosentez uygulamalarında, ulaşımda ve daha birçok alanda faydalanılır. Güneş enerjisinden direkt faydalanan sistemler, aktif ve pasif sistemler olarak iki grupta incelenir (Karataş, 2009:147).

Güneşten basit bir şekilde enerji elde etmenin yolu, pasif güneş sistemleri ile mümkün olabilecektir. Genel olarak; güney, güneydoğu ve güneybatı yönüne açılabilen pencereler aracılığı ile biriken ısının çevreye dağıtılması ilkesine dayanmaktadır. Pasif sistemler üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; toplama, depolama ve dağıtım aşamalarıdır.

İlk olarak, toplama aşamasında güneş ısısının birikmesi amacıyla yapının güneydoğusundan güney-batısına kadar ki cephesinde geniş açılı, çift camlı doğramalar, galeri, seralar ve atriumlar sayesinde gerçekleşmesidir. İkinci aşama depolama da, depolanan güneş enerjisinden oluşan ısının bir kısmı anında kullanılmakta, diğer kalan kısmı zemin ve duvarlara yayılmaktadır. Bu sayede kullanılan ısıya termal kütle adı verilir. Son olarak dağıtım

aşamasında, ışınım ve taşıma yolu aracılığıyla ortama yayılan ısı zeminde ve duvarda kullanılmaktadır. Bu taşıma vantilatör ya da fanlar aracılığı ile gerçekleşir.

Güneş enerjisini teknik donanım sayesinde kullanmak aktif güneş sistemleri ile mümkün olmaktadır. Güneş enerjisinde aktif sistemlerden iki şekilde faydalanılmaktadır.

- Güneş ışınımında kazanılan ısı enerjisi kolektörlerde toplanarak, ısınma, su ısıtma vb. işlemlerde kullanılmaktadır. Güneş kolektörleri: sıcak su temininde ve ısıtma sistemlerine destek olarak kullanımı mevcuttur. Güneşten yayılan dağınık radyasyonun toplanması ve yoğunlaştırılması prensibiyle çalışan güneş kolektörleri, sisteme verilen soğuk suyun ısınmasını sağlamaktadırlar. Kolektörlerle elde edilen sıcak su, pompalanarak sıcak su kazanlarına ya da klima cihazlarına ısı jeneratörlerine aktarılabilir.
- Güneş enerjisi, elektrik enerjisine çevrilmektedir. Bu bağlamda kullanılan Fotovoltaik Güneş Panelleri: Fotovoltaik pillerin çalışma prensibi, güneş ışınımını (fotonlar), plakalar üzerindeki elektronları kopararak elektron akışı hareketine sebep olmaktadır ve bu hareket sonucu akım enerjisi oluşmaktadır (YEKSEM, 2009).

4.3.1. Seralarda ve tarımda kullanılması

Seralar, güneş enerjisi pasif kullanımının en yaygın örneklerinden birisidir. Öncelikli amacı, yüksek miktarda ve kaliteli tarım ürünü temini için uygun ortam ve sıcaklık temin etmektedir (Karataş, 2009:107).

Çoğu yerde Güneş enerjisi ücretsiz bulunabildiğinden dolayı sera ısıtmasında da düşük sıcaklıklı ısınma temin edebildiğinden çok uygundur. Ayrıca birçok ülkede Güneş enerjisi kullanımına teşvik verildiği gibi ülkemizde de devlet bu durumu destekleyip, teşvik vermektedir. Bu durum seralarda, ısıtma maliyetlerinin azalmasına, çevrenin dış etkenlere karşı korunmasına olanak sağlamıştır.

Bitki yetiştirilmesine en uygun ortamı oluştururken aynı zamanda iklime bağlı çevre koşullarının da kontrolü ile yaratılan tesislere sera denir. Seraları oluştururken en iyi koşulları yaratabilmek için bazı donanımların oluşturulması söz konusudur. Bu durum seraların soğutma, ısıtma, havalandırma, aydınlatma ve nemlendirme gibi sistemlerle donatılmasıyla mümkün olmaktadır (Kendirli ve Çakmak, 94).

Ülkemiz güneş enerjisi açısından nitelikli bir potansiyele sahip olmakla birlikte, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2623 saat, ortalama toplam ışınım şiddeti 1303 kwh /m² olduğu bilinmektedir. Karataş'a göre bu süre 2.640 saat/yıl olup ülkenin güneş enerjisi için 4.600 km²'lik kullanılabilir alanı mevcuttur. Bu alanın sadece yüz binde ikisi kullanılmaktadır (Karataş, 2009:190).

Tablo 13. Türkiye’de ki Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Yıllık Dağılımı

BÖLGE ADI	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kwh /m ² - Yıl)	GÜNEŞLENMESİ SÜRESİ (Saat / Yıl)
Güneydoğu Anadolu Bölgesi	1460	2993
Akdeniz Bölgesi	1390	2956
Doğu Anadolu Bölgesi	1365	2664
İç Anadolu Bölgesi	1314	2628
Ege Bölgesi	1304	2738
Marmara Bölgesi	1168	2409
Karadeniz Bölgesi	1120	1971
Ortalama	1303	2623

Kaynak: Kendirli ve Çakmak, 94.

4.3.2. İçme Suyu Dezenfeksiyonunda Kullanımı

Güneş enerjisi ile dezenfeksiyon 1980’lerde, düşük maliyetli dezenfeksiyon amaçlı uygulamalar ile ortaya çıkmıştır. (Karataş, 2009:112)

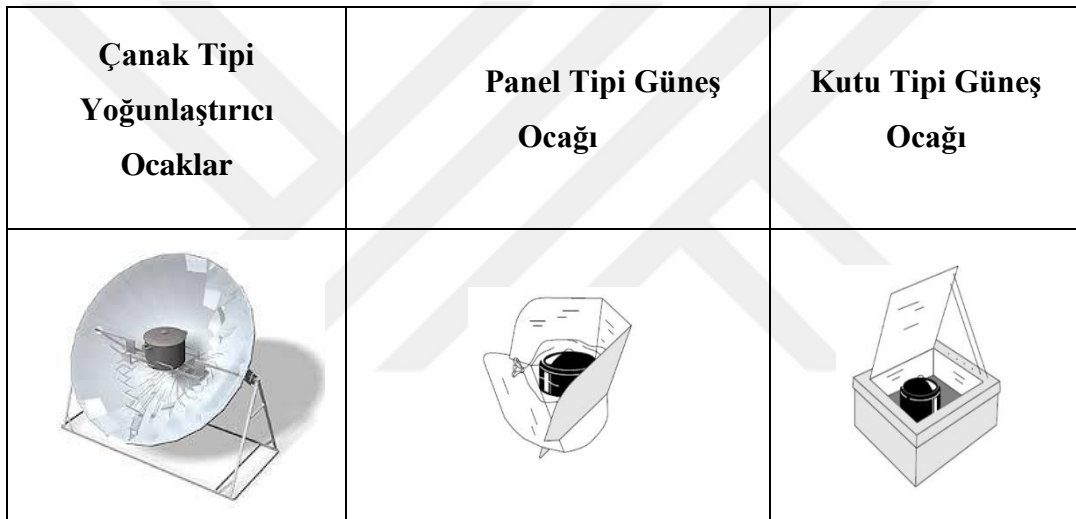
Güneş enerjisi ile dezenfeksiyonun avantajları (Solar disenefection-SODIS)

- Bakteri, virüs ve protozoaların yüksek oranda azaltılması
- İshal hastalığında ciddi oranda azalma
- Uygulama kolaylığı nedeniyle kullanıcılar tarafından kolay kabul görme
- Plastik şişeler haricinde maliyetin olmaması
- Su tadında minimal değişiklik
- Temizlenmiş suyun başka bir materyale aktarımı olmadığı için, dezenfeksiyon sonrası riskin azalması.

Tüm dünya üzerinde, gelişmekte olan 28 ülkede, 2 milyondan fazla insan, güneş enerjisi ile dezenfeksiyon yolu yardımıyla içme sularını arıtmaktadır (Karataş, 2009:113).

4.3.3. Yiyecek Pişirmede Kullanımı

Güneş enerjisi, yiyecek pişirme amaçlıda kullanılır. Yaşadığımız ve pişirdiğiniz yiyeceğe bağlı olarak bu yöntem zamandan, işgücünden ve yakıttan tasarruf sağlayabilir. Güneş enerjisi ile pişirme uygulayan aparatlar güneş ocakları olarak adlandırılır. Pek çok güneş ocak tipi bulunmakla birlikte bilinen en önemlileri, kutu tipi ocaklar, çanak tipi yoğunlaştırıcı ocaklar ve paneller olacaktır (Karataş, 2009:114).



Şekil 10. Güneş Enerjisi ile Pişirmede Kullanım Şekilleri

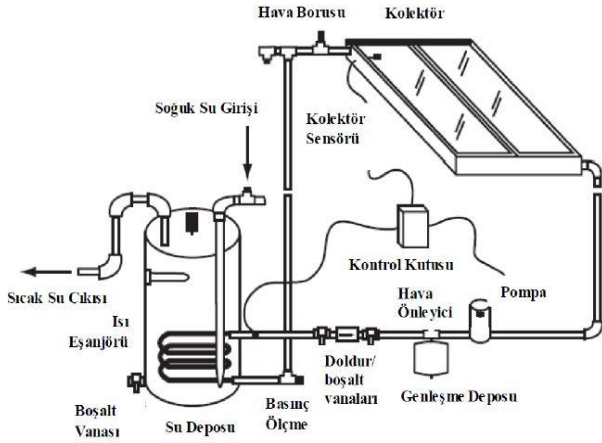
4.3.4. Isıtma-Soğutma ve Havalandırma Sistemlerinde Kullanımı

4.3.4.1. Sıcak Su Temin Etme

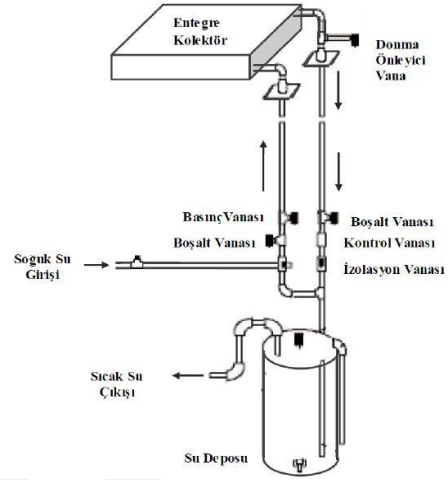
Güneş Enerjisi, ısıtma sistemleri, öncelikli olarak sıcak su temin için sıklıkla tercih edilir. Sistem, öncelikle güneş enerjisini toplayarak içerisindeki havayı veya sıvıyı ısıtır. Daha sonra bu ısıyı, direkt veya endirekt olarak kullanım suyuna transfer eder. Bu teknoloji, hemen her iklimde kullanılabilir, ekonomiktir, konforludur (Karataş, 2009:123).

Su ısıtma sistemleri aktif ve pasif sistemler olarak ikiye ayrılır.

Aktif sistemler, suyu sirküle ederken pompalar ve donmayı engelleyici sıvılar kullanır. Pasif sistemlerden daha maliyetli olmaları yanında verimleri daha yüksektir. Direkt pasif sistemlerde, suyu veya ısı transfer sıvısının sirkülasyonu, pompalar veya elektrik enerjisi kullanılmadan gerçekleşir. Daha az maliyetlidirler ve güvenilirlerdir (Karataş, 2009:125).



Şekil 11. Aktif Sistem ile Su Isıtma



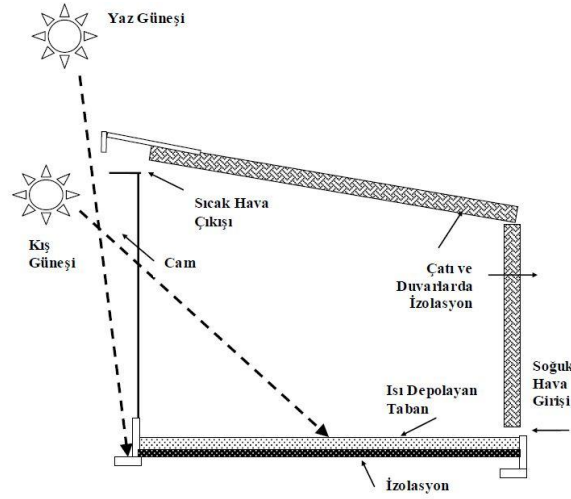
Şekil 12. Pasif Sistem ile Su Isıtma

Kaynak : U.S Department Of Energy aktaran Karataş, 2009:125-126.

4.3.4.2. Bina İçi Isıtma ve Havalandırma Sistemleri

Güneş enerjisinden özellikle bina içi ısıtmada faydalanılması oldukça önemlidir. Bina dizaynları, planları ve projeleri yapılırken güneşin yıl içerisindeki konumu, güneşten maksimum yararlanma kriterleri göz önüne alınmalıdır (Karataş, 2009:127).

Bina içi ısıtmada faydalanılmasına ait önemli, fakat pratikte uygulanması konusunda dizayn koşullarının daha bina inşasında göz önünde bulundurulması gerekli yöntemlerden birisi, 'Doğrudan Yararlanma' dır (Karataş, 2009:127).



Şekil 13. Bina İçi Isıtma için Doğrudan Yararlanma

Kaynak : Vermont Department of Solar Energy Service aktaran Karataş, 2009:128.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinden dünyada sadece elektrik tüketiminin yanı sıra ısı talebinin karşılanmasında da faydalanılmaktadır. Bu faydalanmanın ısı talebine katkısı 2012 yılında %8,8'e ulaşmıştır (ETKB 2015-2019 Stratejik Planı, 97).

4.3.5. Güneş Enerjisinin Elektrik Enerjisi Üretiminde Kullanımı

Güneş santralleri için, DPT Sekizinci Bes Yıllık Kalkınma Planı çerçevesinde hazırlanan Elektrik Enerjisi Özel İhtisas Komisyonu Raporunda şu şekilde değerlendirmeler yer almıştır;

Elektrik üretiminde kullanılan güneş enerjisi iki ayrı yöntem olarak incelenir. Bunlar doğrudan dönüşüm ve dolaylı dönüşümdür. Doğrudan dönüşümü Fotovoltaik Dönüşüm (Güneş Pili) ve Stirling Motoru oluşturur. Stirling motoru, gelecekte adını duyurabilecek bir teknolojidir. Bu teknoloji ile ısıdan dönüşümle doğrudan mekanik enerji elde edilebilir. Diğer yöntem olan dolaylı dönüşümün temelinde ise güneş enerjisi sayesinde elde edilen hidrojen veya Güneş termik santrallerinde oluşan güneş ışınım sayesinde üretilen buhar ya da buhar-güç çevrimi ve bunların kullanıldığı yakıt pildir. (Ay, 2008:625).

Güneş enerjisinden elektrik üretim sistemleri, Fotovoltaik Sistemler (Güneş Pili) Yoğunlaştırıcı Isıl Sistemler ve Yükselen Hava Akımlı Sistemlerdir.

4.3.5.1. Fotovoltaik Sistemlerle Elektrik Enerjisi Üretimi

Fotovoltaik, ışık anlamına gelen "photo" ve elektrik enerjisi anlamına gelen "voltaic" kelimelerinin birleşiminden oluşmuştur. Fotovoltaik sistemler güneş pilleri olarak da adlandırılır. Güneş enerjisi ile elektrik enerjisi üretimidir. Yarı iletken madde olan fotovoltaik sistemler yüzeyine gelen güneş ışığı ile doğrudan elektrik enerjisine dönüştürürler (Karataş, 2009:131).

Bu sistemlerin daire, kare ve dikdörtgen şekillerde biçimlenen yüzeyleri vardır. Fotovoltaik sistemlerin alanları, 100 cm² civarındadır. Kalınlıkları, 0,2-0,4 mm arasındadır (Ceylan, 2012:130).

Güneş pilleri, günümüzde sokak lambaları, otomatik kapılar, konuttaki elektriksel ihtiyaçlar gibi pek çok alanda kullanılmaktadır. Halen, kullanımı, düşük kapasiteli ihtiyaçlarla sınırlıdır. Ancak, gelişen teknoloji ile yaygınlaşmakta, kapasiteleri ve verimleri arttırılmakta, maliyetleri azaltılmaktadır (Karataş, 2009:132).

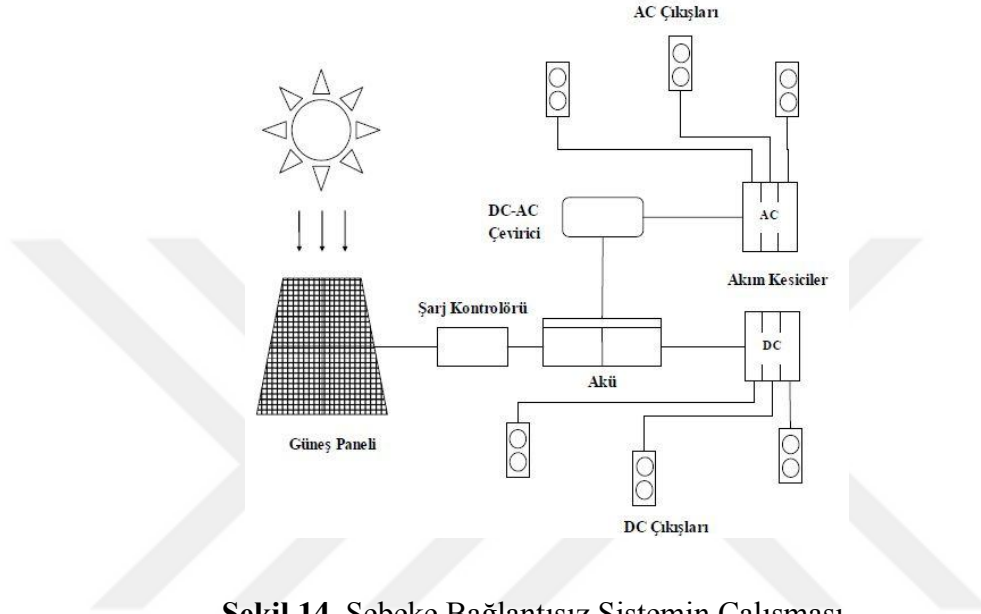
Güneş enerjisinden elde edilen fayda, kullanılacak olan teknolojiye göre değişirken, ülkemizin koşullarında fotovoltaik teknolojinin yaygın kullanıldığı ve gelecekte de kullanılacağı öngörülmüş olup bu bilgi Karapınar ilçesinde kurulan güneş enerjine dayalı elektrik üretim tesisinin fizibilite çalışmasında yer verilmiştir.

Fotovoltaik ilkeye bağlı çalışan sistem güneş pilleri olup, kısaca yüzeylerine ışık düştüğünde uçlarında elektrik gerilimi oluşur. Pilin sağladığı elektrik enerjisinin kaynağı, yüzeyine gelen güneş enerjisidir (Ceylan, 2012:130).

Güneş hücresi, sistemin en küçük birimidir. Bu en küçük yapıyı oluşturan güneş hücresi en az iki yarı iletken katmandan meydana gelir. Bunlar pozitif ve negatif katmanlardır. Hücreye güneş ışınları girdiğinde, güneş ışınlarını oluşturan fotonlar yarı iletken katmanların atomları tarafından emilir. Negatif katmanda ki elektronlar serbest kalarak çekim gücünden dolayı pozitif katmana doğru ilerler ve bu şekilde elektrik akımını meydana getirirler. Bu akım çok küçük ve uygulamada yetersizdir. Elektrik akımının miktarını arttırabilmek amacıyla sistemi oluşturan hücrelerden birden fazla hücre bir araya getirilerek modüller oluşturulur. Birçok hücrelerden oluşan bu modüller de bir araya gelerek dizinleri oluşturulur (Karataş, 2009:132).

Güneş pillerini kullanan fotovoltaik elektrik üreticileri akümülatör yedekli, diesel ve/veya rüzgâr enerjisi generatörü yedekli olarak şebekeden bağımsız veya kendi başlarına şebekeye bağlı olarak çalışırlar (Ay, 2008:625).

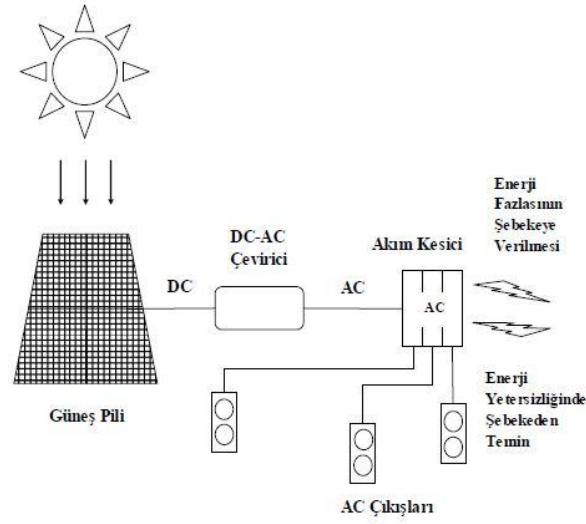
Elektrik şebekesine bağlı olmayan sistemlere şebeke bağlantısız sistemler denir (Karataş, 2009:133).



Şekil 14. Şebeke Bağlantısız Sistemin Çalışması

Kaynak: North Carolina Solar Center dan aktaran Karataş, 2009:134.

Şebeke bağlantılı sistemlerde, genellikle elektrik depolayıcı bir akü bulunmaz. Üretilen elektrik akımı, alternatif akıma çevrilerek kullanılır. Üretilen elektrik fazlası şebekeye satılır. Enerji kıtlığında şebekeden belirli bir maliyet karşılığında enerji çekilir (Karataş, 2009:135).

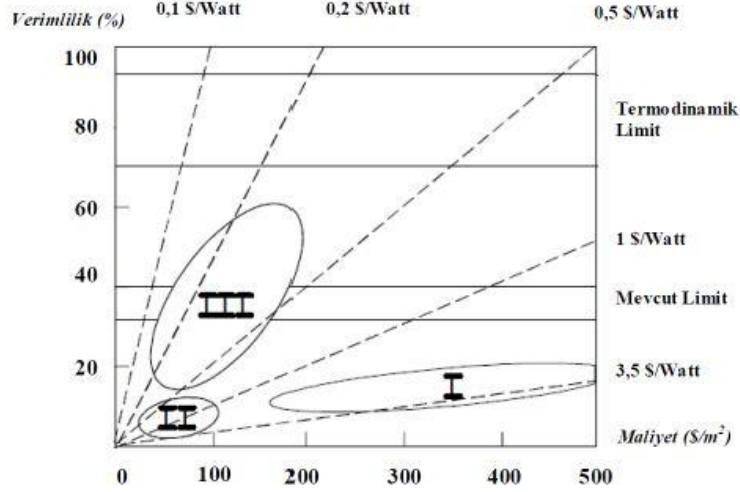


Şekil 15. Şebeke Bağlantılı Sistemin Çalışması

Kaynak: North Carolina Solar Center dan aktaran Karataş, 2009:135.

Şebekeye enerji satılması, cazip olarak görülse de pratikte durum tersinedir. Çünkü şebeke genellikle, elektrik satın alma ve satış fiyatlarını farklı uygulamaktadır. Elektrik alış fiyatları, satış fiyatlarından oldukça düşük olduğundan ve sistemin kapasite yetersizliğinde şebekeye sıkça ihtiyaç duyulacağından, sistem toplamda ekonomik olmaktan çıkabilir (Karataş, 2009:135).

1970’lerde patlak veren petrol krizi ile birlikte, güneş enerjisinden elektrik üretimi tekrar gündeme gelmiştir. Geliştirilen teknolojiler ve yoğun çalışmalar ile 1970’lerde 100 \$/watt olan üretim maliyeti, 1973’te 20\$/watt’a kadar düşürülmüştür. Bu aşamada yeni nesil bir teknoloji geliştirilmiştir. ‘ 2. Nesil PV Teknolojisi ‘ olarak adlandırılan bu teknoloji ile ‘ İnce – Film Fotovoltaik Piller’ ortaya çıkmıştır (Karataş, 2009:136).



Grafik 14. Birinci, İkinci ve Üçüncü Nesil İnce Film Teknolojisinin Karşılaştırılması

Kaynak: Karataş, 2009:140.

4.3.5.2. Yoğunlaştırıcı Isıl Sistemlerle Elektrik Enerjisi Üretimi

Yoğunlaştırıcı sistemler sayesinde güneş enerjisinden kızgın buhar oluşturularak konvansiyonel yöntemle elde edilen elektrik üretimidir. (Ceylan, 2012:129).

Güneş enerjisinden elektrik üretiminin diğer yöntemi ise 1860 yıllarına dayanan yoğunlaştırıcı ısıl sistemlerdir. Fransız bilim adamı Auguste Mouchouts, güneş enerjisi ile çalışan buhar üreten bir makine icat etmiş ve 1900'lerde Aubrey Eneas ilk ticari olan güneş motorunun icadı ile süreç devam etmiştir. Ticari olarak elektrik üretilmesi ise 1980'de gerçekleşmiştir.

Bu sistem ile birlikte güneş ışınları belli bölgede birikir, sonrasında oluşan sıcaklık buhar türbini v.b. gibi bir sistem yardımıyla elektrik enerjisi üretilir. Yoğunlaştırıcı güneş sistemleri, gelişen teknoloji ile gelecek yıllarda önemli ilerlemeler kaydetme eğilimindedir (Karataş, 2009:141).

Bu yolla elde edilen elektrik enerjisi teknolojileri 3 yolla gerçekleşir. Bunlar;

- Doğrusal Yoğunlaştırıcı Isıl Sistemler
- Merkezi Güneş Kuleleri ve Parabolik Çanak Kolektörler
- Noktasal Yoğunlaştırıcı Kolektör

Güneş ısı gücü santrallerinin kurulurunda dikkat edilmesi gereken parametreler şunlardır;

- Bölgenin belirlenmesi
- İklim koşullarının belirlenmesi ve güneşlenme miktarının belirlenmesi
- Parametrelerin uygunlaştırılması
- Tesis için ideal alan belirlenirken dikkat edilmesi gereken kriterler ele alınmalıdır..
- Minimum yıllık yağış miktarına sahip olması,
- Sessiz ve bulutsuz bir atmosfere sahip olması,
- Havanın temiz olması,
- Ağaçlık ve ormanlık alanlara uzak olması,
- Düşük bir rüzgâr hızına sahip olması.

(Tabak, Arslan, Dinçer, Yıldız, Karayazı, 318).

4.4. Güneş Enerjisi Sisteminin Maliyeti

Güneş enerjisinden yararlanmanın maliyeti elektrik enerjisi üretmede diğer kaynaklara nispeten yüksek maliyetlidir. Fakat güneş enerjisi hem doğa dostu hem de yenilenebilen bir enerji kaynağıdır.

Temiz, yenilenebilir ve sürekli bir enerji kaynağı olan ve gitgide gelişen Güneş enerjisi teknolojileri maliyet ve verimlilik öğelerini de beraberinde getirir. Güneş enerjisinden elektrik üretirken oluşturulan sistemlerin maliyeti oldukça yüksektir. Bu maliyeti olumlu yönde etkileyecek en önemli etkenlerin başında teknolojik gelişmeler ve üretimde sağlanan ölçek ekonomilerin verimliliğini arttırmak gelir. Güneş enerjisi yatırımları; güneş pilleri ve güneş modüllerinin maliyetlendirilmesi olarak iki şekilde maliyetlendirilir. Ortalama ölçekte bu iki maliyetin karşılaştırılmasında pillerin ve güneş enerjisi modüllerinin yatırımı içindeki payları yaklaşık %50 civarındadır. Küçük ölçekli üretimlerde de Güneş enerjisi modüllerinin kurulum maliyeti 6000-7500 Euro dolaylarındadır (Kara, 2013:8).

Dünya üzerinde güneş enerjisinin yoğun olduğu fakat tarıma elverişsiz arazilerde, güneş enerjisi miktarının 2000kWh/m² den fazla olması durumunda bu bölgeler için yapılan olan yatırımların maliyetlerini de azaltmaktadır (Kara, 2013: 19).

4.4.1. Güneş Enerjisinde Isıtma-Soğutma ve Havalandırma Sistemlerinden Faydalanmasına Ait Maliyetler

Konutlarda sıcak su sağlamada hammadde olarak elektrik veya doğal gaz kullanılmaktadır.

Güneş enerjisi ile sıcak su temin etmek düşük maliyetlidir. ABD Enerji Departmanı'ndan alınan verilere göre, güneş enerjisinden temin edilen su, elektrik enerjisinden temin edilene göre yıllık olarak %50-85 daha az maliyetlidir. Doğal gaz fiyatlarının düşük seyrettiği geçmiş dönemlerde, güneş enerjisinden sıcak su temin etmek, doğal gaz ile sıcak su sağlanmasından daha maliyetli olsa da, artan doğal gaz fiyatları neticesinde, güneş enerjisi, doğal gaza nispeten daha ekonomik hale gelmiştir. Bunun yanında, ilk yatırım maliyeti ile işletme verimliliği bakımından maliyetlerinin karşılaştırılması bölgeden bölgeye değişirken her bölgenin güneşten faydalanma etkinliği farklıdır. Elektrik veya doğal gaz ile sıcak su sağlamada kurulum maliyeti az olduğu için tercih edilirken, yeni bir evin inşasında, mevcut binanın kurulum ve yatırım maliyeti karşılanabilirse güneş enerjisi ile sıcak su temini hem ekonomik hem de kullanılışlıdır. ABD'de yapılan bir araştırmaya göre, güneş enerjisi sıcak su sistemlerinin ömürleri ortalama 30 yıl olarak kabul edilirse, aylık sıcak su sağlanmasının maliyeti 13\$-20\$ civarındadır. Bunun yanında, bu sistemlerin kurulması ve kullanılması durumunda gelir vergisinde 3\$-5\$ civarında bir indirim sağlanmaktadır. Bu durumda, aylık sıcak suyun maliyeti, 15 \$'ı aşan kullanıcılar için güneş enerjisi sıcak su sistemleri ekonomiktir. Güneş enerjisinin havuz ısıtma sistemlerinde kullanılması durumunda satın alma ve kurulum maliyeti 3.000\$-4.000\$ civarındadır (Karataş, 2009:149).

ABD, Filadelfiya eyaletinde inşa edilen Greenwood İlkokulu'na 7750 m² 'lık güneş duvarı döşenmiştir. Bu kurulum ile sera etkisi yaratıcı gaz emisyonunda azalma yıllık 8.620 kg olarak ölçülmüştür. Yıllık enerji kazancı 2.553 \$, yatırımın geri dönüş süresi 5 yıldır. Güneş duvarının 30 yıllık ömrü için toplam kazanç yaklaşık 115.000 \$ olarak hesaplanmıştır (Karataş, 2009:149).

4.4.2. Güneş Enerjisinden Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetleri

Güneş enerjisi ile üretim planlaması yapılırken, güneş ışınlarının etkin olduğu süreler önceden belirlenir. O bölgenin yeryüzünde bulunduğu nokta itibariyle, mevsimlere göre güneş ışınlarını etkin olarak alabileceği günlerin sayısı belirlenir. Güneş enerjisi yardımıyla elektrik üretimi teorik olarak, güneş ışınlarının toplandığı aynaları toplam yüzeyi (m²) ile her mevsimde

güneş ışınlarının etkin olarak aynalara yönlendirdiği ışınım enerjisi (kWh/ m²-gün) ve ilgili mevsimlik sürelerin (saat/gün) fonksiyonur (Ay, 2008:626).

Güneş enerjisinin yıllık eşdeğer maliyeti ‘YEM’ ve yıllık işletme-bakım maliyeti ‘YİBM’ ise, yıl içinde üretilen elektrik enerjisinin birim maliyeti bağlantısıyla hesaplanır (Ay, 2008:627).

$$\text{Birim enerji maliyeti} = (\text{YEM} + \text{YİBM}) / E \text{ (USD/kWh) (Ay, 2008:612)}$$

4.4.2.1. Fotovoltaik Sistemlerle Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetleri

Fotovoltaik sistemlerle elektrik üretim maliyeti, seçilen fotovoltaik sistem teknolojisine, kullanılan malzeme cinsine, sistemin kullanıldığı bölgeye bağlı olarak çok değişkenlik gösteren bir husustur. Bunun yanında fotovoltaik sistemlerin üretim maliyeti ve fotovoltaik sistem verimliliği, bu maliyette çok önem taşıyan hususlardır (Karataş, 2009:149).

Fotovoltaik Sistemlerin üretim maliyetleri ve verimlikleri konusunda “Grafik 14. Birinci, İkinci ve Üçüncü Nesil İnce Film Teknolojisinin Karşılaştırılması” önemli bilgiler vermektedir. Bu grafiğe göre, 1. Nesil Fotovoltaik pillerin verimlikleri % 20’ye kadar çıkabilmektedir. Üretim maliyetleri ise elektriksel güç bakımından, 1,5- 3,5 \$/watt arasında, yüzeysel ölçü bakımından, 150-500 \$/m² arasında değişmektedir. 2. Nesil önce film teknolojisinin verimleri % 12 civarına kadar çıkabilmekle birlikte üretim maliyetleri daha düşüktür. Üretim maliyetleri ise elektriksel güç bakımından, 0,5-3,5 \$/watt arasında, yüzeysel ölçü bakımından, 20-100 \$/m² arasında değişmektedir. 3. Nesil teknolojiler ile % 60’a varan geliştirilmiş fotovoltaik ince filmlerin, elektriksel güç bakımından 0,15 \$/watt, yüzeysel ölçü bakımından 30-40 \$/m² maliyete üretilmesi hedeflenmektedir (Karataş, 2009:151).

Günümüzde kullanılan güneş pilleri ve modülleri kristal silikon yapıda olup, bu silikon tabakalar yüksek miktarda saflaştırılmış silikona ihtiyaç duyarlar. Günümüzde ki PV endüstrisi, şebeke bağlantısız tipteki bu silikonları yeniden kristalleştirerek kullanmak için mikro-elektronik endüstrisinden tedarik ederler. Silikon teknolojisine yapılan yatırımlarda standart koşulda, %12 çevrim verimi ve 1700 kWsa/m² güneş alma miktarı – bu oran ABD ortalamasında 1800 kWsa/m² - göz önüne alınırsa yapılan bu yatırımın geri dönüşü 2 yıla düşürülmek istendiğinde önümüzde ki yıllarda, PV endüstrisi tarafından daha yüksek kalitede ve bolca solar-grade silikon üretilmesi ile %14 çevrim veriminin kabul edilmesi ile planlanması düşünülmektedir (Karataş, 2009:150).

Binalara fotovoltaik pil kurulumu için büyük çapta ticari üretim yapan PV tesislerinin üretim maliyet kalemlerinin yüzdesel miktarları konusunda ABD Enerji Departmanının açıklamaları aşağıdaki Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 14. Fotovoltaik Pil Üretimi Maliyet Kalemleri

Üretim Maliyet Kalemi	Miktar
Modül	59%
Akım Çevirici	17%
Kurulum	8%
Dolaylı Unsurlar	17%

4.4.3. Güneş Enerjisi Santralinden Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetinin Diğer Santrallerden Elektrik Enerjisi Üretim Maliyetleri ile Karşılaştırılması

Güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisi üretim maliyetleri ticari anlamda, diğer santraller ile karşılaştırıldığında hala yüksektir.

Çatı fotovoltaik sistemleri için elektrik enerjisi üretim maliyetleri (2-5 kW kapasite) 20-80 cent/kWsa civarındadır. İnce film teknolojisi için ise maliyetler 18 cent/kWsa’e kadar düşmüştür. Yoğunlaştırıcı ısı sistemli güneş enerjisi santralleri (50-100 MW kapasite) için maliyetler ise 12-18 cent/kWsa civarındadır. Ancak, CO_2 emisyon maliyetleri de dahil olmak üzere, elektrik enerjisi üretimi toplam maliyeti, kömür kullanan bir termik santral için 6,41 c€/kWsa, doğal gaz kullanan bir termik santral için 5,92 c€/kWsa, rüzgar santralleri için 5,3 c€/kWsa, nükleer santraller için 3,5 c€/kWsa civarındadır. €/ \$ paritesinin 1,3 olarak kabul edilmesi durumunda maliyetler sırasıyla; 8,33; 7,67; 6,89 ve 4,55 cent/kWsa civarında olacaktır. Bunun yanında AB ve ABD ülkelerinde olduğu gibi güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretimi için verilen teşvikler, yenilenebilir kaynakların kullanılmasına ve bu durum sonucu ülkelerin ekonomik koşullarının iyileşmesinde önemli rol oynamaktadır. Güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminin yanı sıra fotovoltaik teknolojilerin günlük hayatımızda yer almasından dolayı bunlarda birçok pratik avantajlar sağlar. Çağımız teknolojilerinin gelişmesi süresince güneş enerjisinin elektrik enerjisi elde edilmesi çalışmaları Ar&Ge tarafından hızlı bir şekilde sürdürülmektedir. Günden güne yenilenen teknolojilerle güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek diğer kaynaklara göre çok ileri seviyelere gelmesi beklenmektedir. (Karataş, 2009:157).

Tablo 15. Enerji Türlerinin Yaklaşık Olarak Yatırım ve Birim Enerji Maliyetlerinin Karşılaştırılması

Enerji Türleri	Yatırım Maliyeti (\$/KWh)	Üretim Maliyeti (cent/KWh)
Petrol	1.500-2.000	6
Kömür	1.400-1.600	2,5-3
Doğalgaz	600-700	3
Güneş	2.500	10-20
Rüzgâr	1.500	3,5-4,5
Hidrolik	1.250	0,5-2
Jeotermal	2.500	3-4
Biyokütle	1.500-3.000	4-9

Kaynak: [Çalışkan, 2011: 28; Ertuğrul ve Kurt, 2009: 39-40; Gülay, 2008: 96; YEGM; Yelmen ve Çakır, 2011: 254.] Aktaran Çelik, 2012:87.

Tablo da enerji türlerinin yatırım ile üretim maliyetleri verilmiştir. Doğalgaz yatırım maliyeti olarak en az maliyete (600-700 \$/KWh) sahip bir enerji kaynağıdır. Üretim maliyetinde de (3 cent/KWh) düşük seviyelerdedir. Hidrolik enerjisinin ise yatırım maliyeti (1.250 \$/KWh) ve üretim maliyeti (0,5-2 cent/KWh), doğalgaz ile rekabet edebilecek düzeydedir. Doğalgazda önemli oranda ithalat yapıldığı için hidrolik enerji maliyetler açısından daha uygundur. Petrol (1.500-2.000 \$/KWh), kömür (1.400- 1.600 \$/KWh), rüzgâr (1.500 \$/KWh) ve biyokütlenin (1.500-3.000 \$/KWh) yatırım maliyetleri yaklaşık aynı düzeydedir. Üretim maliyetlerine bakıldığında petrolün 6 cent/KWh, kömürün 2,5-3 cent/KWh, rüzgârın 3,5-4,5 cent/KWh ve biyokütlenin 4-9 cent/KWh'tır. Yatırım maliyetleri aynı düzeylerde olan enerji türlerinin üretim maliyetleri farklıdır. Üretim maliyetlerine göre, kömür ve rüzgâr üretim maliyetleri bakımından düşük seviyelerdedir. Bu yüzden rüzgârın petrolden daha uygun bir yatırım olduğu söylenebilir. Aynı zamanda kömürde bir ithal ürün durumunda olduğu için yenilenebilir enerji kaynakları karşısında maliyeti yüksek bir enerji kaynağıdır. Biyokütle enerjisinin yatırım ve üretim maliyet aralığı geniştir. Fakat ithal ürün olan petrol ile karşılaştırıldığında çok fazla bir fark olmadığı gözlemlenebilir. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları olan güneş ve jeotermal enerji ilk yatırım maliyetleri bakımından diğer enerji türlerine göre oldukça maliyetlidir. 29 Aralık 2010 tarihinde revize edilen Yenilenebilir Enerji Kanunu'nun sağladığı teşviklere bakıldığında güneş enerjisi en fazla teşvik edilen enerji kaynaklarından birisidir. Bu teşvik göz önüne alınarak değerlendirildiğinde güneş enerjisinin

maliyetler bakımından uygun seviyelere geleceği söylenebilir. Jeotermal enerji ise üretim maliyeti bakımından düşük ilk yatırım maliyeti bakımından yüksek bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerjisine verilen teşvik ile birlikte bu enerji kaynağının da gelecek için uygun bir enerji kaynağı olacağı söylenebilir.

Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları bakımından oldukça zengin bir bölgede yer almaktadır. Güneş enerjisi potansiyeli, hala kurulmamış güneş santralleri ve teşvikler arasında en yüksek fiyatın güneş enerjisi olduğu göz önünde bulundurulursa ve gerekli teknolojik ilerlemeler sağlanırsa güneş enerjisi için yatırımların ilk planda olması gerekmektedir. Hem yakıt hem de elektrik üreten biyokütle enerjisi ise verilen teşvik ile birlikte Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltmada kullanımının hızla arttırılması gereken bir enerji kaynağıdır. Rüzgâr enerjisinin, hidrolik ve jeotermal enerjinin kullanımına ilişkin hedefler belirlenmekte ve çalışmalar yapılmaktadır, fakat bu enerjilere yönelik çalışmaların hızlandırılması Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltmada önemlidir (Çelik, 2012:88).

4.5. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Atlası

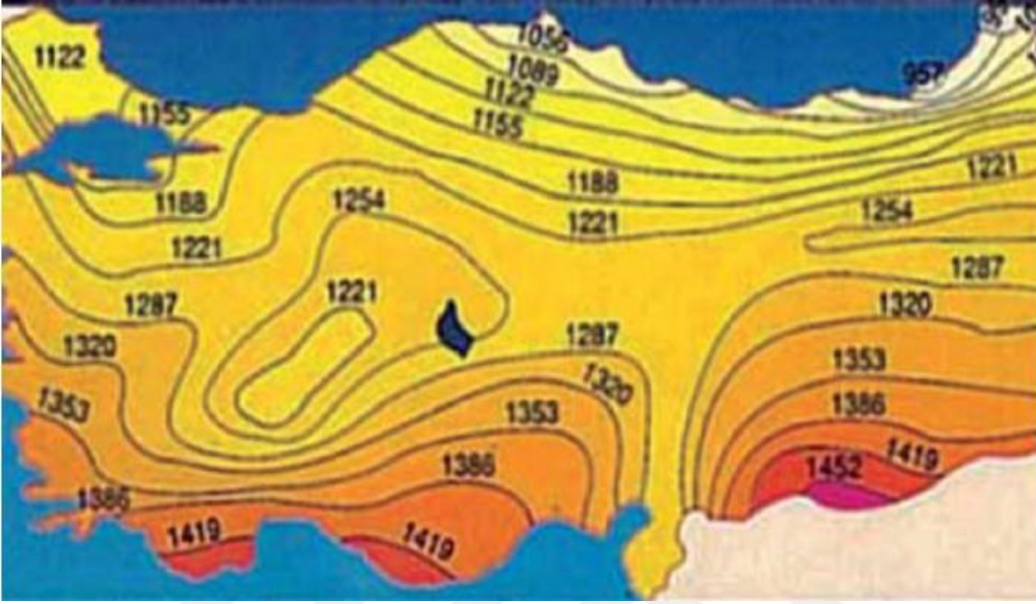
Ülkemizin coğrafi konumundan dolayı güneş enerjisi potansiyeli bakımından diğer ülkeler ile kıyaslandığında çok daha iyi durumdadır (Sarıbaş, 2015:60).

Dünya'da güneş enerjisi, Ekvator'a 30-35° kuzey-güney enlemleri arasında bulunan Kuzey ve Güney Afrika, Avustralya ve Kuzey-Güney Amerika'nın Batı kesimi Dünya üzerinde güneş enerjisinin en yoğun olduğu bölgelerdir (Kara, 2013:19).

Türkiye dünya üzerinde 36 ve 42 kuzey enlemler arasında yer almaktadır. Güneş kuşağı denilen ve dünyada güneşten yararlanma da en verimli bölgeleri içeren bu kuşağın bir kısmı Türkiye sınırları içine girmektedir. Uzun kenarı ekvatora paralel bir dikdörtgen biçiminde bulunması, Türkiye'nin güneş enerjisinden faydalanmada oldukça avantajlı bir yere sahip olduğunu göstermektedir. Türkiye'de metrekaareye bir saatte düşen güneş enerjisinin yıllık ortalama değeri 36,5 kaloridir (Özsabuncuoğlu, H., Türe. E., Kayalı R., Kavvas M., Sönmez, İ., 1991:81).

Türkiye ayrıca yılda yaklaşık olarak 2610 saat güneş görmektedir. Bilimsel olarak güneşlenmenin yılda 2000 saati geçtiği tüm yerlerde güneş enerjisi ile çalışan sistemlerin ekonomik sayıldığı kabul edilmektedir (Özsabuncuoğlu, H., Türe. E., Kayalı R., Kavvas M., Sönmez, İ., 1991:81).

Ortalama olarak Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yıllık güneşlenme müddeti 3000, Akdeniz Bölgesinde 2900, Ege ve İç Anadolu Bölgelerinde 2700, Marmara Bölgesinde 2500 ve en düşük olarak Karadeniz Bölgesinde 2000 saattir (Özsabuncuoğlu, H., Türe. E., Kayalı R., Kavvas M., Sönmez, İ., 1991:81).



Harita 3. Türkiye'nin Güneş Haritası(kWh/(m² .yıl))

Kaynak: [Fotoğraf: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü] Aktaran Sarıbaş, 2015: 61.

Haritaya göre ülkemizin coğrafi konumundan dolayı Türkiye'nin çoğu yerinde bölgeler bazında en çok güneşlenme süresi Temmuz ayında, en az ise Aralık ayında olduğu bilinmektedir. Bunun yanında en fazla güneş alan bölge Güneydoğu Anadolu ve bu bölgeyi izleyen Akdeniz Bölgesidir. Türkiye'de ki güneşlenme süresi ve güneş enerjisi potansiyelinin dağılımları çizelge de bölge bazlı belirtilmiştir.

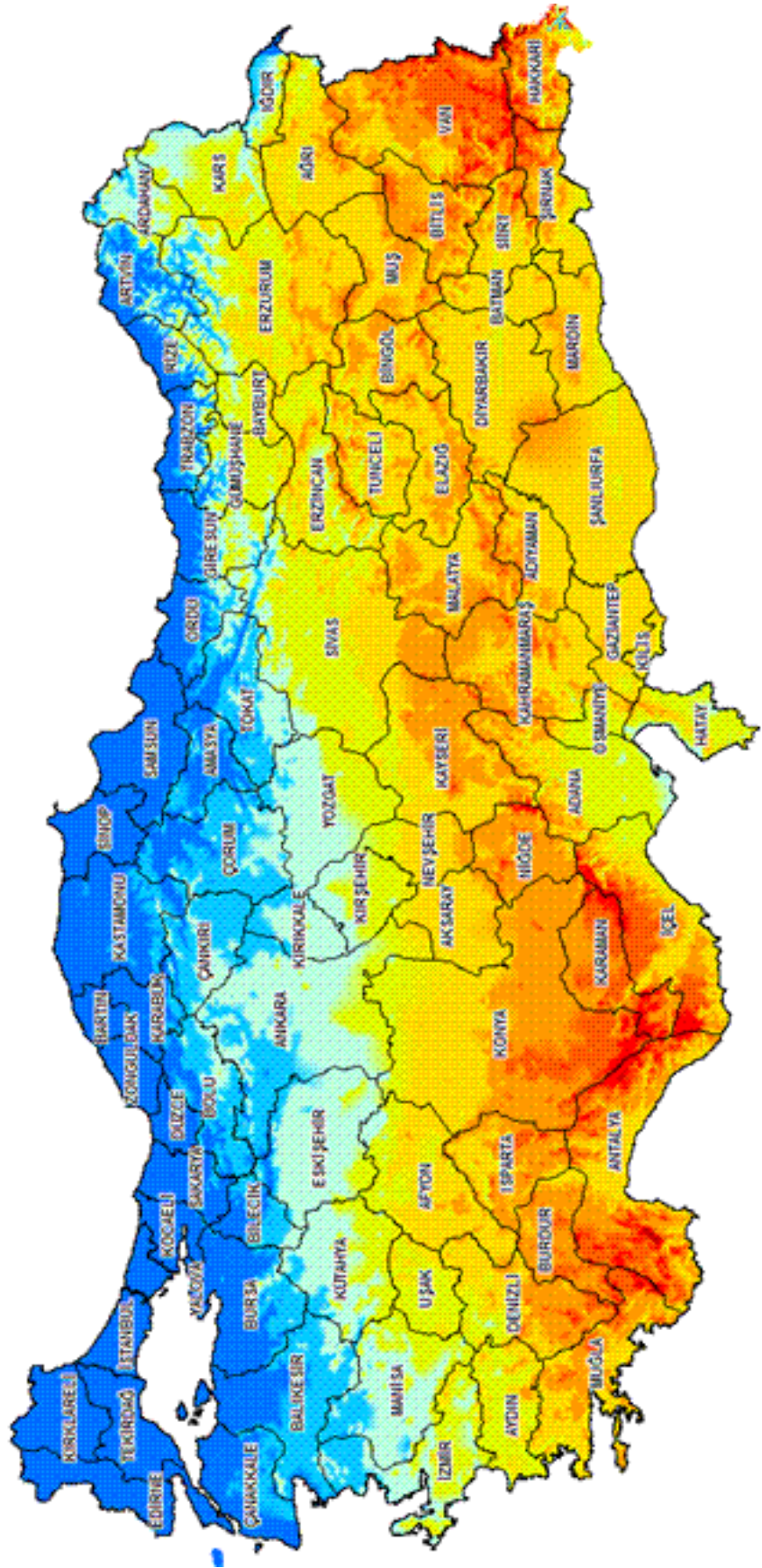
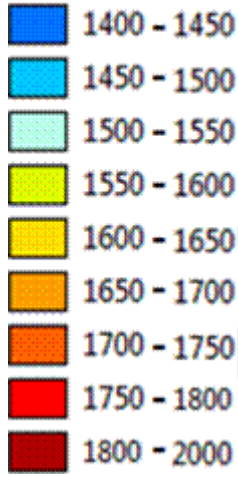
Tablo 16. Türkiye'nin yıllık toplam güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı

BÖLGE	TOPLAM GÜNEŞ ENERJİSİ (kWh/m ² .yıl)	GÜNEŞLENME SÜRESİ (saat/yıl)
G.DOĞUANADOLU	1460	2993
AKDENİZ	1390	2956
DOĞU ANADOLU	1365	2664
İÇ ANADOLU	1314	2628
EGE	1304	2738
MARMARA	1168	2409
KARADENİZ	1120	1971

Kaynak: Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü, 2009

Aktaran Sarıbaş, 2015:62.

KWh/m²-yıl



Harita 4. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası

Kaynak: Karataş, 2009:176.

4.6. Türkiye'nin Güneş Enerjisi Üretim Santrali: Karapınar Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA)

Ülkemizde 50 MW güç kapasitesi ile Kayseri'de bulunan OSB Güneş Enerjisi Santrali bulunmaktadır. Yıllık ortalama 73.000.000 kilovatsaat elektrik üretimi yapmaktadır. Bu tesisi takip eden ise 40 MW kapasiteli Balıkesir ilinde kurulu bulunan Özkoyuncu Madencilik Balıkesir Güneş Enerji Santralidir. Bu santral ise ortalama 60.000.000 kilovatsaat elektrik üretimi yapmaktadır.

Türkiye'de kurulumu başlanan Karapınar ilçesinde ki güneş enerjisine bağlı elektrik üretim tesisi yatırımları için Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi kurulumuna yönelik fizibilite çalışması raporundan alınan veriler bu bölümde aktarılacaktır.

Konya ilinin güneyinde yer alan bir ilçesi olan Karapınar'ın kuruluşu eski dönemlere dayanır. Nüfusu yaklaşık 50.000 olan ilçe coğrafi açıdan geçmişten beri önemli bir noktada yer almaktadır.

Bölgede yatırım projesi hazırlanırken ya da fizibilite etüdü değerlendirilirken bazı aşamalardan geçer. Bunlardan birincisi makro ve mikro amaçlarına uygunluğun değerlendirilmesidir. Bu açıdan en uygun yatırımlar, yatırım yapmak için uygun ortamın oluşması (finans, insan kaynağı, ekipman vb.) gerekir. Kısıtlı kaynak verimli şekilde kullanılmalı ve ülke ile dünya ekonomisine katkı sağlayacak düzeyde olmalıdır.

İkinci amaç ise, devlet açısından değerlendirilmesi olacaktır. Devletin sağlayacağı teşvik kredilerinin amaca uygunluğundan, yerinde ve doğru kullanılacağından emin olmalıdır.

Üçüncü amaç ise finansörler açısından değerlendirilmesidir. Yatırımın finansal kaynağını sağlayan kişi ya da kurumlardır. En az risk ve minimum sürede yatırımın geri dönüşü finansör için en önemli kriterdir. Yatırım bölgesi seçimine etki eden faktörlerde ön planda tutulmaktadır. Hangi yatırım olursa olsun bu yatırımın yapılabilmesi ihtiyaç duyulan özellik, kaynak olarak seçilen yatırım bölgesidir.

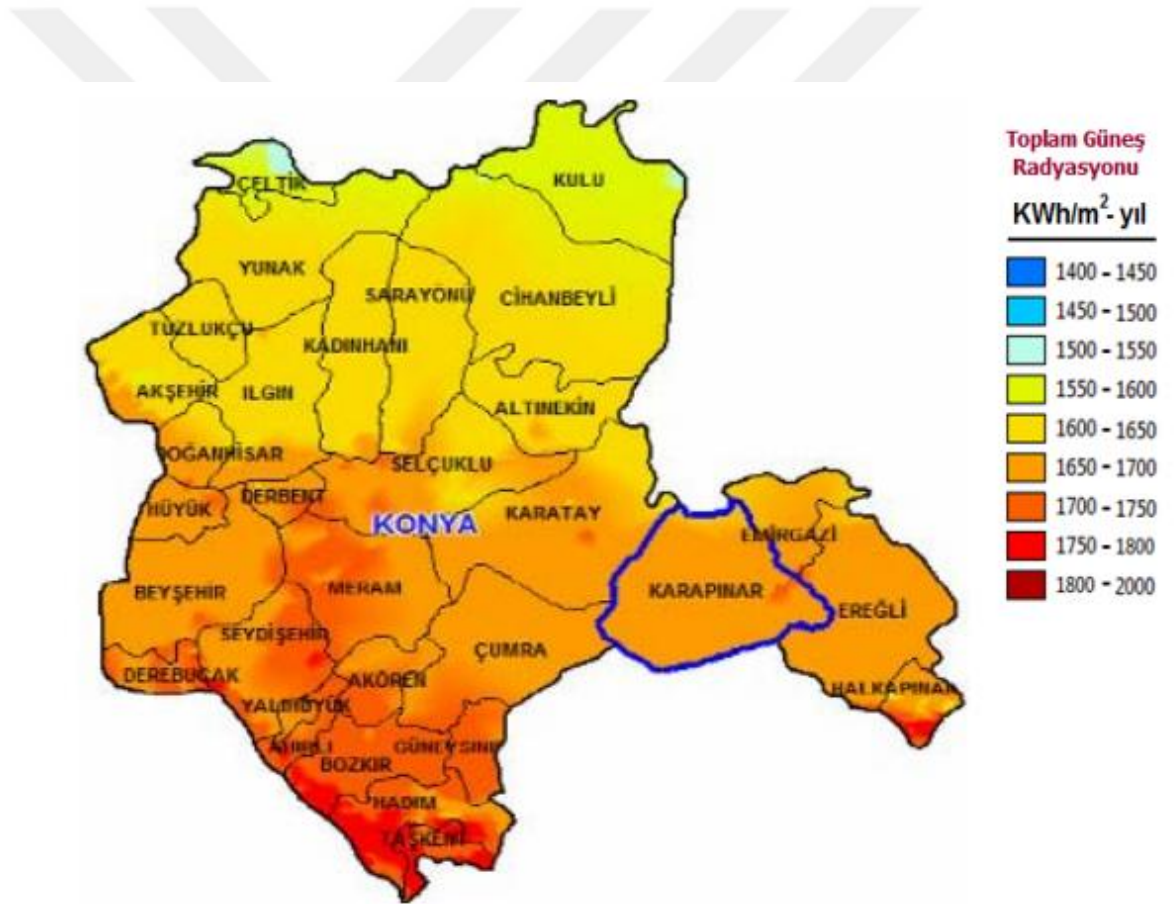
Karapınar'ın bölge seçimine etki eden faktörler açısından değerlendirilmesinde ise Konya ülkemizin en geniş arazisine sahip ilidir. Aynı zamanda arazi bakımından büyük olmasının yanında dağlık alanların az olduğu yer Konya-Karapınar bölgesidir. Güneş enerjisi için kurulacak santrallerin geniş santralleri geniş yatırım arazilerine ihtiyaç duymanın yanında,

bu yatırımların genişleyebilmesi de gerekmektedir. Bu hususta ve yerleşim yerine uzak olması bakımından Konya-Karapınar tercih sebebidir.

Güneş enerji santralleri için, orman ve tarım arazisi vasfı taşımayan, turizm potansiyeli bulunmayan ve mera olarak kullanılmayan bölgeler kurulum açısından uygundur. Yine bu özellikler ile dağlık alanların arttığı, düz arazilerin azaldığı bölgelerin çoğunlukta olması sebebiyle Konya ili güney bölgelerle kıyaslandığında tercih edilebilir.

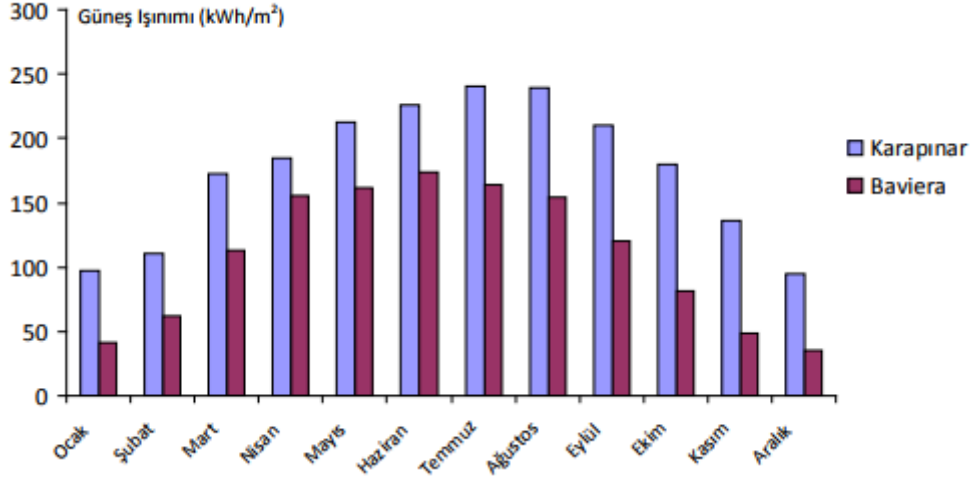
Karapınar bölgesi geniş arazilere sahip olması sebebiyle güneşlenme potansiyeli ve arazi stoğu yönünden yeterince iyi bir potansiyele sahiptir.

Konya'nın yıl bazlı güneş alma değerleri şekilde gösterilmiştir.



Harita 5. Konya İli Yıllık Güneş Işınımı Değerleri

Dünya'da güneş enerjisi santralının yoğun olduğu Bayern Bölgesi ya da Baviera (Baviera) Eyaleti olarak da isimlendirilen bölge, Almanya'nın güneyinde yerleşik bir bölgedir. Bölgenin güneşlenme değeri ülkede yer alan bölgeler arasında önemli bir konuma sahiptir.



Grafik 15. Karapınar ve Baviera Bölgelerinin Güneş Işınım Miktarları Karşılaştırılması

Grafiğe göre Karapınar Bölgesi güneş enerjisi yatırımları açısından ülkemizde en uygun bölgedir. Bunun yanında güneş enerjisi yatırımında bölge seçimine etki eden kriterler göz önüne alındığında ülkemizin maksimum yatırım potansiyeline sahip bölgesi yine Karapınar'dır.

Güneş enerjisinden elektrik üretim sektöründe dünyada öncü olan Almanya-Bavyera Bölgesi, Konya-Karapınar Bölgesi ile karşılaştırıldığında değerlendirme kriterleri bakımından daha iyi değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir. Tablo 12' de iki bölge arasında ki karşılaştırma gösterilmiştir.

Tablo 17. Baviera ve Karapınar Bölgelerinin Parametre Değerlerinin Karşılaştırılması

YATIRIM KRİTERLERİ	PARAMETRE	BAVYERA'DAKİ DEĞER	KARAPINAR'DAKİ DEĞER
Sahanın Yeryüzündeki Konumu	Yıllık toplam güneşlenme süresi	1.791 saat/yıl	2.964 saat/yıl
	Yıllık güneş ışınım miktarı	1.310 kWh/ m ² - yıl	2.100 kWh/ m ² -yıl
İklim Özellikleri	Düşük atmosfer yoğunluğu (açık gökyüzü)	Bulutlu (6-7 okta)	Açık (0-2 okta)
	Düşük hava kirliliği	Orta Derece	Çok Düşük Derece
	Kurak iklim yapısı	Nemli subtropikal	Yarı kurak-Soğuk
	Düşük hava sıcaklığı	8,83°C	11,83°C
Sahanın Konumsal Özellikleri	Kanunlarca koruma altına alınmamış arazi	Koruma alanı olmayan araziler	Koruma alanı olmayan araziler
	Orman bölgesi olmayan arazi	Orman niteliği olmayan araziler	Orman niteliği olmayan araziler

	Tarım bölgesi olmayan arazi	Tarım bölgesi olmayan araziler	Tarım bölgesi olmayan araziler
	Mera sahası olmayan arazi	Mera sahası olmayan araziler	Mera sahası olmayan araziler
	Demiryolu, karayolu geçmeyen arazi	Demiryolu, karayolu geçmeyen araziler	Demiryolu, karayolu geçmeyen araziler
	Yerleşim alanına uzak arazi	Yerleşim alanına yeterli uzaklıktaki araziler	Yerleşim bölgesine yeterli mesafelerde ki araziler
Diğer Hususlar	Devlet tarafından verilen teşvikler (alt- üst yapı desteği, enerji tedariki, ulaşım yatırımları, vergi muafiyetleri vb.)	Yatırım teşviki, Yüksek ücretli enerji alım garantisi	Gümrük vergisi muafiyeti, KDV istisnası, Yatırım yeri tahsisi
	Özel imkânlarla sahip sanayi bölgesi imkânı (organize sanayi bölgesi, endüstri bölgesi vb.)	Bu kapsamda özel statülü sanayi bölgelerinin varlığına rastlanmamıştır	Endüstri bölgesi ilanı gündemdedir
	Yatırımlarda görev yapabilecek nitelikli/niteliksiz insan kaynağına sahip olunması	177 kişi/m ² nüfus yoğunluğu	52 kişi/m ² , ülkenin en büyük üniversite nüfusuna sahip bölge

Yatırım teknolojisi seçimi ile finansal parametreler değerlendirilirken, dünyada kabul gören uygulamalar göz önünde bulundurulmuştur. Finansal değerlendirme için söz konusu parametre değerlerine Tablo-18’de yer verilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucu finansal değerlendirmenin yapılmasında kurulu güç kapasitesinin (MW) belirlenmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, Dünyadaki en büyük 500 PV yatırım verilerinin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanmıştır. Bu istatistikler Tablo-19’da de yer almaktadır.

Tablo 18. Finansal Değerlendirme İçin Kullanılan Parametre Değerleri

Parametre	Değer
Para Birimi	Avro (€)
Yatırım Büyüklüğü	3 MW
Yatırım için Arazi İhtiyacı	14.000 m ² /MW
Sistem Ömrü	15 ve 25 Yıl
Sistem Kayıp Oranı	% 25
Enflasyon Oranı	% 2,0
Satış Fiyatı (€/kWh)	0,055; 0,10; 0,12; 0,15; 0,20; 0,25
İşletim ve bakım maliyetleri yıllık artış oranı	% 3,0

Panellerin Yıllık Verim Kaybı	%0,4
Yıllık Toplam Güneş Işınımı (kWh / m ²)	2.100
Vergi Oranı	% 20
Amortisman Süresi	10 Yıl
Amortisman Oranı	% 10

Tablo 19. Dünyadaki En Büyük 500 PV Yatırımına Ait İstatistikler

İstatistik	Değer
Toplam Yatırım Adedi	500 Adet
Minimum Yatırım Kapasitesi	2,8 MW
Maksimum Yatırım Kapasitesi	97 MW
Ortalama Yatırım Kapasitesi	19,5 MW
Yatırım Kapasitelerinin Tepe Değeri (Yatırımın Büyüklüğü)	3 MW

Tablodan da anlaşılacağı üzere Dünyada ki en büyük 500 PV yatırımının kapasitelerinin genelinin 3 MW civarında dağılım gösterdiği bilinmektedir. Bu verilerden elde edilen sonuç, çalışma kapsamında finansal değerlendirmesi yapılacak yatırımın büyüklüğü 3 MW olarak seçilmesine olanak sağlamıştır.

PV yatırımlarının toplam maliyet hesabı, yatırımın ilk maliyeti ile bakım ve işletim maliyetleri olmak üzere iki ögeden oluşmaktadır. İlk yatırım maliyetinin %40'lık kısmını panel maliyeti oluştururken bunun yanında montajı, inşası, kurulumu, arazisi ve inverter gibi ekipman maliyetleri de ilk yatırımda yer alır. Aynı zamanda alış fiyatlarının minimum seviyelerde olduğu dönemin maliyetleridir. İşletim & bakım maliyetleri ise, ekipmanların yenilenmesi, 10 yılda bir inverter'ların değişmesi ve panel temizliği maliyet kalemlerinden oluşmaktadır.

PV üretim ve kurulumu yapan kuruluşlar incelenmiş ve 2011 yılında ilk yatırım maliyetinin 2,3 €/watt, işletim ve bakım maliyetlerinin ise yıllık 0,015 €/watt olması öngörülmüştür.

3 MW'lık bir PV yatırımı için arazinin net parsel alanı 53.000 m²'dir. Böyle bir alanın 42.000 m²'si panellerin kurulacağı alana ayrılmaktadır. Yatırımların yapılacağı bölgeler Endüstri Bölgesi ilan edilmiş ve kiraya verilmesi uygun görülmüştür. PV yatırımlarına tahsis edilen sahalarda 2010 yılında kira bedeli 0,1 TL/ m²'dir. 3MW'lık PV yatırımı için 53.000 m² arazinin yıllık kira bedeli 5.300 TL'dir. Buna göre watt başına oluşan kira değeri 5.300 TL/3 × 10⁶ watt = 0,002 TL/watt olacaktır. 2010 yılına göre €/TL oranı yaklaşık 0,001 €/watt'tır.

Özetle finansal değerlendirmeye ölçüt olan değerler şu şekildedir;

İlk Yatırım Maliyeti : 2,3 €/watt

Yıllık İşletim ve Bakım Maliyeti : 0,015 €/watt

Yıllık Arazi Kira Maliyeti : 0,001 €/watt

Seviyelendirilmiş Enerji Maliyeti (SEM) yatırım projelerini değerlendiren yatırımcılar açısından önemli bir göstergedir. Sistemin tüm kullanım ömrü boyunca ortaya çıkan maliyetin, yine sistemin ömrü boyunca üretmiş olduğu toplam enerji miktarına oranı ile bulunan değerdir. PV’de ilk yatırım maliyetinin gittikçe azalması sebebi ile PV santralleri diğer güç kaynaklarına göre SEM açısından giderek daha çok rekabetçi bir hale gelmektedir. SEM şu şekilde hesaplanır:

$$SEM = \frac{IYM - \sum_{n=1}^{EO} \frac{AD}{(1+IO)^n} \times VO + \sum_{n=1}^{EO} \frac{IBM_n}{(1+IO)^n} \times (1-VO) - \frac{HD}{(1+IO)^n}}{\sum_{n=1}^{EO} \frac{IUE \times (1-VKO)^n}{(1+IO)^n}}$$

IYM : İlk Yatırım Maliyeti

IBM_n : n. Yıl için İşletme ve Bakım Maliyeti (yıllık % 3,0 sistem eskime oranına göre)

VO : Vergi Oranı

HD : Hurda Değeri (bu değer bir varlığın ekonomik ömrünün tamamladığında satılabileceği bir bedel olup, pozitif ise maliyetten düşürülür. Maliyetten düşürülmek sureti ile finansal analiz hesabına dahil edilmiştir.)

AD : Amortisman Değeri

IO : Iskonto Oranı

EO : Ekonomik Ömür

VKO : Yıllık Verim Kaybı Oranı

IUE : İlk Yıl Üretilen Toplam Enerji Miktarı (kWh)

Bölgede yapılacak tesisin ilk yatırım maliyetinin finansmanı için yatırımcılara üç finansman alternatifi değerlendirilmiştir. Bunlar;

1. İlk yatırım maliyetinin hepsinin öz sermayeden karşılanması (%100-%0)

2. İlk yatırım maliyetinin % 20'sinin öz sermayeden, % 80'inin kredi ile karşılanması (%20-%80)
3. İlk yatırım maliyetinin tümünün kredi ile karşılanması (%0-%100)

2. ve 3. Alternatifte ilk yatırım maliyetinin, finansmanın kredi kullanımıyla sağlanacağı varsayılmıştır. Yatırımcıların ise bu krediyi yenilenebilir enerji yatırımları için Amerikan Eximbank (AEB)'in tahsis ettiği % 4 faiz oranlı döviz kredilerinden ya da aynı krediyi %3,5 oranında sağlayan Türkiye Sınai Kalkınma Bankası (TSKB)'ndan kullanacağı varsayılmıştır.

Yatırımların iyileştirilmesi ve daha elverişli bir duruma getirebilmek amacıyla ilgili kanun etrafında çalışmalar devam etmekte olup, yürürlükte ki “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun”a göre, güneş enerjisi ile elde edilen elektrik enerjisi için belirlenen fiyat 5,5 € Cent/kWh'tir. Kanun üzerinde yapılan çalışmalardan yeni fiyatın hangi seviyede olacağı bilinmemekte olup, yeni satış fiyatının 10, 12, 15, 20 ve 25 € Cent/kWh olması halinde ayrı ayrı finansal değerlendirmeler yapılmıştır. Sistem ömrü parametresi içinde finansal değerlendirme yapılırken 15 ile 25 yıl aralığında olması dikkat edilmiştir.

Yatırım kararlarının verilmesi ve projelerin değerlendirilmesinde yaygın kullanılan aşağıda ki ölçütler, Karapınar'da yapılan PV yatırımının finansal değerlendirilmesinde de temel finansal ölçüt olarak ele alınmıştır.

a) Geri Ödeme Süresi (GÖS): Yatırımın getirilerinin toplamının ilk yatırım ve işletim maliyetleri toplamını geçmesi için gereken süredir.

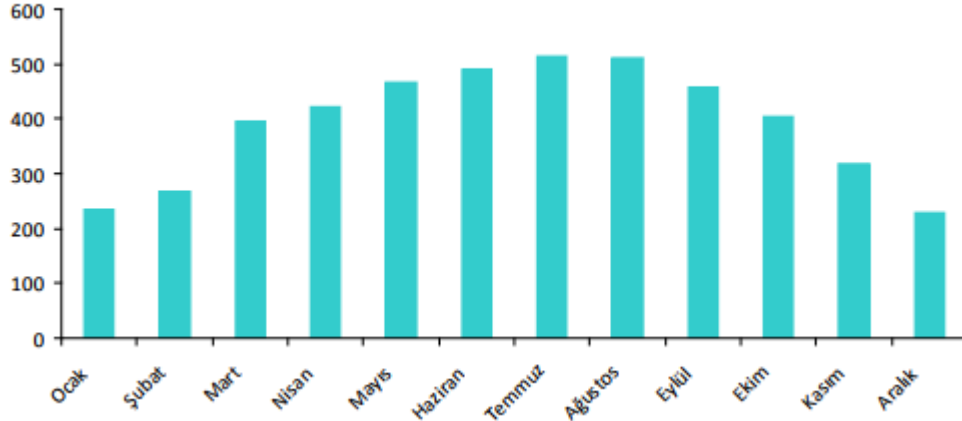
b) Net Bugünkü Değer (NBD): Yatırımın ekonomik ömrü boyunca oluşacak nakit akışlarının bugünkü değere indirgenmiş değerlerinin toplamıdır. Ekonomik ömür sonunda NBD'nin negatif bir değer olması, yatırımdan zarar edileceği anlamına gelir.

c) İç Karlılık Oranı (İKO): Yatırımın ekonomik ömrü boyunca oluşacak nakit akışlarını bugünkü değere indirgeyen orandır. İKO'nun mevduat faiz oranından yüksek olması, yatırımın kabul edilebileceği anlamına gelir. Yatırım alternatifleri arasından seçim yapılırken İKO'ı yüksek olan tercih edilir.

d) Karlılık Oranı (KO): Yatırımın ekonomik ömrü boyunca elde edilen vergi öncesi karın yatırım sermayesine oranıdır.

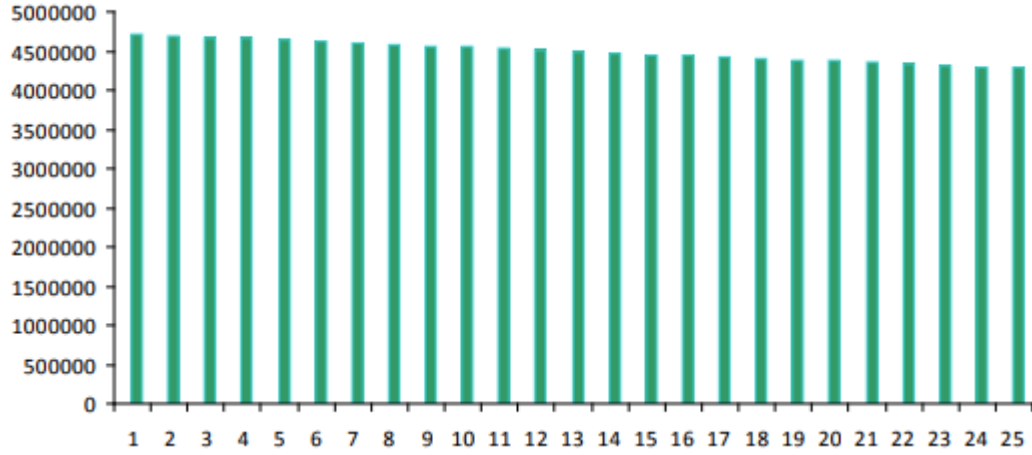
Finansal değerlendirme sonuçlarına göre; PV sistemleri için ilk yatırım maliyetinin 2,3 €/watt olduğu düşünülürse, 3 MW kurulu güce sahip olan bir PV sisteminin ilk yatırım maliyeti hesaplanacak olursa $2,3 \text{ €/watt} \times 3 \cdot 10^6 = 6,9 \text{ Milyon €}$ 'dur.

Karapınar'daki güneş ışınım miktarı dikkate alınarak 3 MW kurulu güce sahip bir PV sisteminin bir yılda üreteceği elektrik üretiminin aylara göre dağılımı grafikte gösterilmiştir.



Grafik 16. MW'lık PV Sisteminde Karapınar'da İlk Yıl retilecek Elektrik Enerjisinin Aylara Göre Dağılımı

Karapınar'da kurulacak olan tesiste 3 MW'lık PV sisteminde ilk yıl beklenen toplam 4.712.400 kWh elektrik enerjisi üretileceği tahmini varken, 25 yılın sonuna gelindiğinde sistemin verim kaybından dolayı bu elektrik enerjisinin değeri azalarak yaklaşık 4.280.221 kWh'e düşecektir. Grafikte görüldüğü gibi 25 yıl boyunca verim kayıplarından oluşan elektrik enerjisi miktarının azalması belirtilmiştir.



Grafik 17. MW'lık PV Sisteminden Karapınar'da Üretilecek Yıllık Toplam Elektrik Enerjisi (kWh)

Konya'da kurulacak olan bu 3 MW'lık PV tesisinden elde edilecek elektrik enerjisinin, sistem ömrü için belirlenen alternatifler ve yatırımın finansman alternatifleri için SEM değerleri aşağıda ki tabloda verilmiştir.

Tablo 20. Alternatif Senaryolara Göre SEM Değerleri (€ Cent / kWh)

FİNANSMAN ALTERNATİF (AEB)			
SİSTEM ÖMRÜ	% 100 - %0	%20 - %80	%0 - %100
15 YIL	10,2	11,1	11,5
25 YIL	7,7	8,3	8,9
FİNANSMAN ALTERNATİF (TKSB)			
SİSTEM ÖMRÜ	% 100 - %0	%20 - %80	%0 - %100
15 YIL	10,2	10,7	11,0
25 YIL	7,7	8,0	8,5

Tabloda, 15 ve 25 yıllık sistemlerin işletim süreleri toplamında veri olabilecek SEM değerleri farklı finansal alternatif senaryolar ile verilmiştir. SEM değeri hesabında amortismanlar ile finansman giderleri de hesaba dâhil olmuştur. Görüldüğü üzere en düşük değer 25 yıllık bir işletim süresi ve %100 öz sermaye finansmanı seçeneğinde elde edilir. En yüksek değer ise, 15 yıllık işletim süresi ve %100 AEB kredisiyle finansman seçeneğinde ortaya çıkmaktadır.

Tabloda ki gibi farklı finansman alternatifleri verilmesinde ki amaç, yatırımcıların belirlenen tek bir finansman kuruluşundan kredi imkânı bulamayacak olmasıdır. Bu farklı

alternatif senaryolar dahilinde Dünya’da kurulu PV elektrik santralleri ile tutarlı sonuçlar elde edilmiştir.

Seviyelendirilmiş enerji maliyetlerinde önümüzde ki yıllarda, kullanılan malzeme maliyetlerinin azalması ve teknoloji de ki ilerlemeler ile düşüş beklenmektedir.

Yatırımın işletme süresi boyunca elde edilen nakit girişin, kârın yahut net kârın, başlangıçta ki toplam miktarına eşitleyen süre, geri ödeme süresidir. Aşağıda ki tabloda, işletim süresi, alternatif finansman ve teşvik miktarları için hesaplanmış GÖS değerleri verilmiştir.

Aynı zamanda bu hesaplama da, sürelerin daha tutarlı ve gerçekçi olması için, işletim süresi boyunca ortaya çıkan her türlü parasal değer net bugünkü değer yöntemi ile yatırımın yapıldığı yıla eşitlenmiştir.

Tablo 21. Alternatif Senaryolar İçin GÖS (Yıl)

FİNANSMAN ALTERNATİF (AEB)	SİSTEM ÖMRÜ	SATIŞ FİYATI (€ CENT / kWh)					
		5,5	10	12	15	20	25
%100 - %0	15 YIL	-	-	15,7	11,2	7,5	5,5
	25 YIL	-	22,8	15,7	11,2	7,5	5,5
%20 - %80	15 YIL	-	-	-	13,2	8,3	6,7
	25 YIL	-	-	17,7	13,2	8,3	6,7
%0 - %100	15 YIL	-	-	-	-	11,2	7,9
	25 YIL	-	-	25,1	17,8	11,2	7,9
FİNANSMAN ALTERNATİF (TKSB)	SİSTEM ÖMRÜ	SATIŞ FİYATI (€ CENT / kWh)					
		5,5	10	12	15	20	25
%100 - %0	15 YIL	-	-	15,7	11,2	7,5	5,5
	25 YIL	-	22,8	15,7	11,2	7,5	5,5
%20 - %80	15 YIL	-	-	-	12,7	8,7	6,6
	25 YIL	-	24,9	17,6	12,7	8,7	6,6
%0 - %100	15 YIL	-	-	-	-	10,3	7,8
	25 YIL	-	-	24,5	17,1	10,3	7,8

Tabloda, yapılacak olan bir PV yatırımının, mevcut ve gelecekte yapılabilecek yeni düzenlemeler ile belirlenebilecek teşvik miktarlarına göre, alternatif işletim süreleri ve finansman seçenekleri için GÖS değerlerini göstermektedir. Kırmızı renkli hücrelerdeki alternatifler, öngörülen standart işletim sürecinde kendisini geri ödeyemeyen yatırımları temsil etmektedir. Diğerleri ise aynı süreçte kendini geri ödeyebilen yatırımlardır. Kırmızı olmasına rağmen bir süre içeren hücreler ise kritik zamanları yani, işletim süresi içerisinde birkaç ay üstünde ya da altında geri ödeme süresinin olduğunu göstermektedir.

Projelerin değerlendirilmesinde elde edilecek verileri hesaplayan yöntemlerden Net Bugünkü Değerler, neredeyse tüm yöntemlere düzeltilmiş veri sağlar. Bu hesaplama değeri, paranın kıymetinin zaman içerisinde değişmesinden dolayı, gelecekte karşılaşılabilecek nakit hareketlerini bugüne indirgeyerek yatırımcıya hem daha doğru bilgi vermeyi hem de enflasyondan arındırılmış değerleri içeren bilgileri vermektedir. Böylece yatırımcı, 25 yıl sonra yapacağı harcamanın yanında elde edeceği geliri, yatırımı yaptığı yıldaki paranın değer cinsinden görür ve daha doğru kararlar verir.

Karapınar'da yapılacak PV elektrik santrali yatırımı için hesaplanan NBD değerleri aşağıda ki tabloda verilmiştir. Bu proje için NBD, işletim süresi boyunca elde edilecek gelir ile harcama toplamının yatırımın yapıldığı yıla indirgenerek aradaki farkın hesaplanması ile ortaya çıkarılmıştır. NBD değerinin negatif olması, yatırımdan zarar edileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, bir projenin NBD yöntemine göre kabul edilmesi için, pozitif bir sonuç vermesi gerekmektedir.

Tablo 22. Alternatif Senaryolar İçin NBD (× 1.000 €)

FİNANSMAN ALTERNATİF (AEB)	SİSTEM ÖMRÜ	SATIŞ FİYATI (€ CENT / kWh)					
		5,5	10	12	15	20	25
%100 - %0	15 YIL	-4.664	-1.957	-754	1.050	4.058	7.065
	25 YIL	-3.722	320	2.117	4.813	9.305	13.797
%20 - %80	15 YIL	-4.811	-2.104	-901	903	3.911	6.918
	25 YIL	-4.149	-106	1.690	4.386	8.878	13.370
%0 - %100	15 YIL	-6.672	-3.966	-2.763	-958	2.050	5.057
	25 YIL	-6010	-1.968	-171	2.524	7.017	11.509
		SATIŞ FİYATI (€ CENT / kWh)					

FİNANSMAN ALTERNATİF (TKSB)	SİSTEM ÖMRÜ	5,5	10	12	15	20	25
%100 - %0	15 YIL	-4.664	-1.957	-754	1.050	4.058	7.065
	25 YIL	-3.722	320	2.117	4.813	9.305	13.797
%20 - %80	15 YIL	-4724	-2.045	-832	995	4.003	6.990
	25 YIL	-3.994	95	1.856	4.568	9.105	13.552
%0 - %100	15 YIL	-5.264	-2.557	-1.354	-1.450	3.457	6.465
	25 YIL	-3.902	-440	1.237	4.132	8.424	12.916

İKO, kâr maksimizasyonunu göstermeyi amaçlarken NBD, en yüksek piyasa değerinin belirlenmesinde kullanılır. Bağımsız projelerde, NBD ve İKO kabul/red kararları kapsamında yaklaşık olarak aynı sonuçları verir. Aşağıda ki tabloda söz konusu proje için alternatif finansman, satış fiyatı ve işletim süreleri için hesaplanan İKO değerleri verilmiştir.

Aşağıda ki tabloda verilen İKO değerinin, NBD yönteminde ki oluşan sonuçlara denk olduğu görülmektedir. Bu yöntemin hedefi, başka herhangi bir proje olmadığı için İKO değerinin sermaye maliyetinin büyük olan projesini seçmek ve küçük olan değerleri elemekten geçer. Büyük olan İKO değeri proje olarak seçilir. Bağımsız olan projelerde NBD ile aynı sonucun alınmasının sebebi, NBD sonucu elde edilen verinin, İKO yöntemine kaynak veri olarak tekil etmesidir. NBD gibi, burada da kırmızı karakterli hücrelerdeki seçenekler, İKO değerinin sermaye maliyetinden düşük olması sebebiyle kabul edilmeyen projeleri göstermektedir. Bunlar elendikten sonra, diğer hücreler içinden en yüksek İKO değerine sahip yatırım alternatifi seçilmelidir ki bu da bizi NBD ile aynı sonuca ulaştırır.

Tablo 23. Alternatif Senaryolar İçin İKO

FİNANSMAN ALTERNATİF (AEB)	SİSTEM ÖMRÜ	SATIŞ FİYATI (€ CENT / kWh)					
		5,5	10	12	15	20	25
%100 - %0	15 YIL	-	-	-	%16,8	%46,5	%63,7
	25 YIL	-	%6,6	%26,6	%17,6	%65,5	%76,0
%20 - %80	15 YIL	-	-	-	%16,8	%45,1	%58,6
	25 YIL	-	-	%25,9	%44,5	%62,6	%72,7
%0 - %100	15 YIL	-	-	-	-	%44,1	%53,6
	25 YIL	-	-	-	%21,2	%60,5	%69,7
FİNANSMAN ALTERNATİF (TKSB)	SİSTEM ÖMRÜ	SATIŞ FİYATI (€ CENT / kWh)					
		5,5	10	12	15	20	25
%100 - %0	15 YIL	-	-	-	%16,8	%46,5	%63,7
	25 YIL	-	%6,6	%26,6	%17,6	%65,0	%76,0
%20 - %80	15 YIL	-	-	-	%16,9	%46,2	%69,9
	25 YIL	-	%0,2	%28,8	%46,2	%64,1	%74,0
%0 - %100	15 YIL	-	-	-	-	%41,2	%53,4
	25 YIL	-	-	-	%46,5	%57,4	%70,3

KO yönteminde, NBD ile elde edilen verilerin birbirinden çıkarılması yerine birbirine oranlanması söz konusudur. Bize mutlak bir değer yerine bir oran verir. Elde edilen oranlar içinde, en yüksek olan seçilir. Alternatif senaryolar için KO değerleri Tablo 24'de verilmiştir.

Tablo 24. Alternatif Senaryolar İçin KO

		SATIŞ FİYATI (€ CENT / kWh)					
FİNANSMAN ALTERNATİF (AEB)	SİSTEM ÖMRÜ	5,5	10	12	15	20	25
%100 - %0	15 YIL	-%58,2	-%23,4	-%8,4	%16,9	%54,7	%93,6
	25 YIL	-%43,1	%4,3	%23,6	%56,6	%108,8	%161,7
%20 - %80	15 YIL	-%62,9	-%31,1	-%17,3	%4,2	%43,8	%79,7
	25 YIL	-%48,5	-%4,3	%23,1	%42,4	%95,6	%144,8
%0 - %100	15 YIL	-%67,8	-%41,8	-%30,7	-%22,1	%18,4	%47,3
	25 YIL	-%55,5	-%29,8	-%3,5	%22,4	%63,2	%103,2
		SATIŞ FİYATI (€ CENT / kWh)					
FİNANSMAN ALTERNATİF (TKSB)	SİSTEM ÖMRÜ	5,5	10	12	15	20	25
%100 - %0	15 YIL	-%58,2	-%23,4	-%8,4	%16,9	%54,7	%93,6
	25 YIL	-%43,1	%4,3	%23,6	%56,6	%108,8	%161,7
%20 - %80	15 YIL	-%60,4	-%25	-%10,3	%11,9	%49,2	%86,9
	25 YIL	-%44,2	%1	%23,5	%51,5	%102,8	%152,3
%0 - %100	15 YIL	-%66,4	-39,0	-%26,7	-%8,4	%22,0	%52,5
	25 YIL	-%53,7	-%15,9	-%15,9	%26,3	%68,0	%110,1

BEŞİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE’NİN ENERJİ DURUMU, POLİTİKASI VE TEŞVİKLER

5.1. Enerji Kaynaklarımızın Genel Durumu ve Dışa Bağımlılık

Enerjiye olan ihtiyacın büyük kısmını fosil kaynaklardan sağlayan ülkemizin bu kaynaklara yeterli ölçüde sahip olmaması, enerji bakımından dışa bağımlı hale gelmemize sebep olur. Enerji talebinin %28’i yerli kaynaklardan sağlanırken, %72’lik oranda dışa bağımlı durumdadır. İhtiyaç duyulan enerjinin çoğu ithal edilmektedir. Bu sebeple yenilenebilir enerji kapasitesini artırıcı politikalar geliştirilmiştir.

Dışa bağımlı olan ve bu bağımlılığı ortadan kaldırmak için ülkemiz 2023 hedeflerine ulaşmada “Ulusal Yenilenebilir Enerji Stratejisi” ortaya koymuştur. Bu hedefler;

- i. İhtiyaç dâhilinde ki elektrik enerjisinin %30’luk kısmının Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından sağlanması.
- ii. Ulaştırma sektöründe enerji ihtiyacının %10’luk kısmının Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından sağlanması.
- iii. Enerji yoğunluğunun en az %20 seviyelerine düşürmek (Bayraktar ve Çelik, 2016: 10).

Birinci enerji tüketiminde petrol yer alırken, Türkiye’nin enerji kaynaklarına yeni girmesine rağmen doğal gaz, önemli bir yere sahip olmuştur. Bunun yanında linyit başta olmak üzere önemli bir oranda kömür rezervlerine de sahiptir. 1950’den günümüze kadar olan enerji tüketimindeki artış yıllık %5, elektrik enerji tüketimindeki artış ise yıllık %10 olmasına rağmen Türkiye enerji ve elektrik tüketiminde bu yüksek oranlara karşın henüz OECD ülkelerinin oldukça aşağısındadır (Uçak, 2010:110).

Enerji açısından dışa bağımlılığı minimum seviyelere getirmek Türkiye’de yerli aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarının belirlenip, tümünün ortak amacı enerji üretiminin olması hedeflenmektedir. (Ayan, Papuçcu, 2013:95) Bunun yanında fosil kökenli yakıtlardan elde edilen enerjilerin yüksek maliyetleri, dışa bağımlılıkları ile çeşitli çevre sorunları gibi olumsuz sonuçların doğması yenilenebilir enerjinin ne kadar önemli olduğunu gözler önüne serer (Sarıkaya, 2010:27).

Türkiye yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirmeye yönelik hedefleri doğrultusunda belirlediği stratejileri etkin bir şekilde gerçekleştirirse Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı önemli ölçüde azaltılabilecektir (Çelik, 2012:86).

Tahmini olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyet kalemleri Tablo 14'de gösterilmiştir. Genelde ilk yatırım maliyetleri düşük olan yenilenebilir enerji kaynakları düşük yakıt maliyetlerine sahiptirler. Bu durumda şimdilik yenilenebilir enerji kaynaklarında ki en önemli dezavantajdır.

Tablo 25. Yatırım ve yakıt maliyetleri bakımından yenilenebilir enerji kaynakları

Kaynak	Tahmini yatırım maliyeti (\$/kW)	Tahmini yakıt maliyeti (cent/kWh)
Biyokütle	600–1000	0,8-2
Güneş (Isı)	700–1200	9-12
Güneş (Fotovoltaik)	5400–6000	55-75
Rüzgar	800–1300	4-6
Hidrolik (Küçük)	1300–1600	2-3
Jeotermal	2000–2500	5-7

Kaynak:
Karadaş,
2008:72.

Tablo 26. Enerji Türlerinin Bağımlılığının ve Kalan Ömürlerinin Karşılaştırılması

Enerji Türleri	Dışa Bağımlılık/ Yerlilik	Kalan Ömrü (yıl)
Petrol	Dış	40-45
Kömür	Yerel/Dış	200-250
Doğalgaz	Dış	60-65
Hidrolik	Yerel	-
Güneş	Yerel	-
Jeotermal	Yerel	-
Rüzgâr	Yerel	-

Kaynak: [Yelmen ve Çakır, 2011: 253.] Aktaran Çelik, 2012:86.

Türkiye hem rüzgâr hem de güneş enerjisinde önemli bir potansiyele sahiptir. Fakat bu potansiyeli etkin bir şekilde kullanamamaktadır. Türkiye güneş enerjisinde yaklaşık 500.000 MW kurulu güçte santral kapasiteye sahip ancak kurulu kapasitesi yaklaşık 3.000 KWh'tır. Rüzgar enerjisinin Türkiye'de kurulu gücü 1728,7 MW'tır. Toplam elektrik üretiminin %2,07'sini rüzgar santrallerinden sağlanmaktadır. Jeotermal enerjide Türkiye 31.500 MW ile 7. sıradadır. Bu kapasite tam kullanıldığı takdirde yılda 6,8 milyar \$ net gelir sağlanacaktır. Hidrolik potansiyel ise Türkiye'nin en önemli kaynaklarından biri olup, ortalama yağışlı bir yıl

için yaklaşık olarak 130 milyar KW'tır. Toplam elektrik üretimi içindeki payı ise %23'tür (Çelik, 2012:89).

Ülkenin toplam jeotermal, kömür ve hidrolik enerji durumu, dünya potansiyelinin %1'i düzeyindedir. Doğalgaz ve petrol rezervleri ise çok kısıtlıdır. Bu nedenle sürekli artan talebin karşılanabilmesi için geçmiş yıllarda olduğu gibi gelecek yıllarda da önemli ölçüde ithalat yapılması gerekecek ve enerji konusunda dışa bağımlılık devam edecektir (Erdoğan, 2010:3).

2009 yılı Mayıs ayı verilerine göre Bilim ve Teknik Dergisi güneş enerjisi potansiyelinin ülke çapında 380 milyar kWsa/yıl olarak vermiştir (Tübitak, Bilim ve Teknik Dergisi, Mayıs,2009 s.26). Güneş Enerjisi kurulu gücü 2016 yılında 388 MW'e kapasiteye ulaşmıştır.

2012 yılı sonunda yenilenebilir enerji yatırımları artmış ve bu yıllarda yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretimi 4.888 Twh'e ulaşmıştır (ETKB 2015-2019, s.97).

5.2. Güneş Enerjisinin Türkiye'nin Enerji Politikası Açısından Önemi

Ülkelerin enerji için attığı adımlar, o ülkenin ekonomisine ve politikaları ile ilgili vizyonlarını gösterir. Enerji politikalarının şekillenmesinde ki diğer önemli unsurlar arasında ülkelerin sahip oldukları imkanlar ve zenginlikler vardır (Yılmaz, 2015:100).

Türkiye'de bu zamana kadar birçok enerji politikası uygulanmıştır. Bu politikalarda endüstriyel kalkınmanın sağlanabilmesi doğrultusunda ele alınmış ve hükümet politikaları ile dönemsel gelişmeler temelinde şekillendirilmiştir (Gülay, 2008:116).

Türkiye'nin enerji politikasında, yenilenebilir ve enerji alanında %70 dışa bağımlı olan ülkemiz için, yerli enerji kaynakları kullanımının artması ve bu kaynaklardan elektrik enerji üretiminin teşviki ön planda tutulmuştur. Yerli ve çevre dostu enerji kaynağı bakımından zengin olan Türkiye, gerekli planlamalar ile halkı bilinçlendirme çalışmalarını yaparsa, kaynak çeşitliliğinde kayda değer bir düzeye erişebilirse ekonomik açıdan gelişmesi kaçınılmaz olacaktır (Yılmaz, 2015:100).

Bu bölümde ülkenin kuruluşundan bugüne kadar olan uyguladığı enerji politikaları, tarihsel gelişmeler ile kalkınma planları çerçevesinde değerlendirilecektir.

Enerji politikaları, hem enerjinin küresel etkileri sebebiyle hem de gelecekle ilgili beklenti nedeniyle dünya açısından çok önemlidir. Enerji politikaları hem küresel çapta ki rekabet gücü hem enerji güvenliği ile çevreye duyarlı yaklaşımlar arasında denge kurarak enerji kaynaklarının payını arttırmayı hedeflemektedir. Globalleşen ve ekonomik olarak entegre olan ülkelerde ortaya çıkan karşılıklı bağımlılık ve çevresel faktörler, uluslararası düzeydeki enerji politikalarını da değiştirmiştir (Albayrak, 2011: 11).

1923'ten itibaren Türkiye'nin enerji politikaları beş ana dönemde incelenebilir. Bunlar:

- 1923- 1930 (Cumhuriyet sonrası): Uygulanan ilk enerji politikasının temeli Ulu Önder Mustafa Kemal Atatürk'ün açılış konuşmasını yaptığı 17 Şubat 1923'te düzenlenen 1. İzmir İktisat Kongresi'ne dayanır (Gülay, 2008:116). Bu yıllarda yabancı sermayeye yer verilmemiş, devlet-özel sektör birlikteliğinde enerji yatırımlarının önü açılmıştır (Gülay, 2008:116). 1926 Kanununa göre devlet, petrol aramada ve üretiminde tek yetkiliydi (Uçak, 2010:110). 1929 yılında Dünya ekonomik krizi ile birlikte Türkiye'de de yaşanan ekonomik kriz, elektrik fiyatları ve enflasyonunun önemli ölçüde artmasına neden olmuştur (Uçak, 2010:111). Böylece Türkiye'de diğer sektörlerde olduğu gibi "ılımlı devletçilik" politikasına geçilmiş, yeterli özel sermaye birikimi sağlanmaya çalışılmıştır (Gülay, 2008:117).
- 1930-1950 (Sanayileşme): İkinci Dünya Savaşı'nın yaşandığı bu dönemde kömür üreticisi yabancı şirketler kamulaştırmış ve Maden Tetkik arama (MTA) Genel Müdürlüğü gibi Etibank, Petrol Ofisi ve Elektrik Araştırmaları İdaresi (EİEİ) gibi kamu işletmeleri kurulmuştur. 1940 yılında, ilk petrol üretim yeri Raman Petrol Sahası açılmıştır (Uçak, 2010:111). İlimli devletçilik politikası etkisinde 1934 yılında "1. Beş Yıllık Sanayi Planı" yürürlüğe girmiştir. Plan, çağdaş kalkınma planları dışında olup, bir ülkenin tek başına ekonomik bağımsızlığını ve kalkınmasını sağlayabilecek güçte olduğunu göstermesi açısından önem arz eder (Gülay, 2008:118).
- 1950-1960 (Karma ekonomi): Bu yıllarda ki en önemli gelişmelerden biri büyük barajların yapımı için 1953 yılında kurulan Devlet Su İşleri (DSİ) kurulmasıdır (Gülay, 2008:120). Yine bu yıllarda özel sektör ve yabancı yatırımlar artmaya başlamıştır. Ancak uygulama aşamasında kamu sektörü özel sektörden daha önde olmuştur. Bu dönemde elektrik üretimi ve tüketimi Türkiye'deki ekonomik

kalkınma ve gelişmeye paralel olarak artış göstermiştir. 1957’de Türkiye kömür işletmeleri kurulmuştur (Uçak, 2010:111).

- 1960-1970 (Planlı ekonomi):. Türkiye’nin elektrik üretimi büyük ölçüde termik santrallere bağlı olmakla birlikte, bu dönemde Keban, Aliğa gibi büyük termik ve hidroelektrik santralleri faaliyete başlamışlardır (Uçak, 2010:111). 1963 yılında ulusal enerji politikalarının hem uygulanması hem de oluşturulması için ETKB kurulmuş ve Türkiye Elektrik Kurumu (TEK) 1970 yılında çalışmalarına başlamıştır (Gülay, 2008:120).
- 1980-2003 (Özelleştirmeler ve modernizasyonlar): 1980’den sonra devlet kontrolündeki ekonomi yerini liberal ekonomik anlayışa bırakmıştır (Uçak, 2010:111). Bu yıllarda dönemin enerji politikası ekonomi politikasına uygun olarak değişmiştir (Gülay, 2008:121). Elektrik üretim ve dağıtım işleri özelleştirme kapsamına alınmış, kamu iktisadi teşebbüslerinin elinde olan enerji ve elektrik işleri, özellikle yap-işlet-devret modeli ile özel sektöre devredilmeye çalışılmıştır. 1980’li yılların ikinci yarısından sonra, artan enerji talebinin ithal kaynaklardan karşılandığının görülmesi üzerine 1987 yılı sonrasında termik santral projelerinin gerçekleştirilmesinde özel sektör ağırlık kazanmıştır. Bu nedenle kamunun termik santral yatırımları azaltılmıştır (Uçak, 2010:111).

Türkiye’nin enerji politikası, 2000 yılından itibaren; amaçlanmış olan ekonomik büyümeyi gerçekleştirecek ölçüde, sosyal kalkınmayı destekleyecek ve yönlendirecek aynı zamanda ülkenin enerji gereksinimini sağlayacak şekilde, ekonomik koşullarda ve çevresel etkilerin göz önüne alınarak karşılanması temelinde oluşturulmuştur (Gülay, 2008:121).

Ülkemizin Yenilenebilir Enerji Politikasında hedeflediği aşamalar şöyledir;

- Yenilenebilir enerji kaynak kullanımını arttırarak elektrik enerjisi üretmek.
- Maliyeti etkin olacak şekilde ekonomik yenilenebilir enerji üretimini teşvik etmek.
- Enerji kaynaklarında ki çeşitliliği arttırmak.
- Atık ürünleri kullanmak.
- Güneş ve diğer yenilenebilir enerji kullanımı için düzenlemeler yapmak. (Yılmaz, 2015:100).

Dünya üzerine güneşten yaklaşık 170 milyon MW enerji ulaşmaktadır. Bu büyüklükteki enerjinin bulunabilirliğinde problem yaşanmaması ile birlikte sorun, bu enerjinin kullanımudur. Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi yükselen bir değer haline gelmiş ve pek çok AR&GE çalışmasına konu olmuştur. Ülkenin potansiyeli çok yüksek olmasına karşın faydalanma düzeyi çok düşüktür (Karataş, 2009:190).

Türkiye 6,615 MWtr sıcak su sistemleri ile dünya üçüncüsüdür. Bu alanda elde edilen yıllık enerji getirisi 500 – 600 milyon \$'dır ve yaygınlaşması durumunda 33,5 milyar \$ daha ek getiri sağlanabilecektir. Ülkenin fotovoltaik pil kapasitesi 1 MW'dir. Yoğunlaştırıcı ısı sistem ile elektrik enerji üretimi hiç yokken güneş enerjisinden elektrik üretimi yok denecek kadar azdır. Karataş'a göre; güneş kolektörü için KDV oranı düşürülerek Akdeniz, Ege ve Güneydoğu Anadolu'da yeni yapılan binalarda ve tüm yurt genelinde güneş enerjisinden sıcak su temini için düzenlemeler yapıp çalışmalar sürdürülmelidir (Karataş, 2009:191).

Türkiye enerji politika esasları dikkate alınarak uygulanan politika tedbirleri şöyledir;

- Yatırım aşamasında olan mevcut enerji projelerinin tamamlanmasının hızlandırılması,
- Elektrik sektöründe özelleştirme sektörüne hız verilmesi,
- Büyük yatırım gerektiren projelerde, YİD (Yap İşlet Devret), Yİ (Yap İşlet) ve otoprodüktör modellerinin uygulanması ile kamu kaynaklarının dışında elektrik sektörüne finansman sağlanmasıdır (Sarıbaş, 2015:74).

5.3. Türkiye'de Güneş Enerjisi İçin Verilen Teşvikler

Ülkemiz yenilenebilir enerji için teşvik edici politikaları 2005 yılında hayata geçirirse de, 2010 yılından sonra ki düzenlemeler ile yenilenebilir enerjiye yönelme ivme kazanmıştır. Gelişmiş ülkelere göre Türkiye bu konuda geç kalsa da, yeterli miktarda yerli ve doğa dostu kaynağı olması bakımından politikalara gereken önemin verilmesi, kullanımının yaygınlaştırılması, ekonomiyi ve ülke vizyonunu oldukça olumlu yönde etkileyecektir. Türkiye'de kabul görmüş teşviklerin başında; Sabit fiyat garantisi, mali teşvikler (gümrük vergi muafiyeti ile KDV istisnası v.b) ve lisanssız üretim gelmektedir.

Teşvik ve destek olarak Dünya'da ve Türkiye'de başta gelen mekanizma sabit fiyat garantisidir. Mekanizmanın amacı her bir yenilenebilir enerji kaynağı için eşit olmayacak şekilde yeni bir sabit fiyat garantili planın getirilmesidir. (Yılmaz, 2015:107)

Gerçek ve tüzel kişiler, ihtiyaçları dışında güneş enerjisi ile ürettikleri elektrik enerjilerini dağıtım sistemine gönderdiklerinde 10 yıl süre ile aşağı tabloda belirtilen sabit fiyat garantisinden yararlanır. Lisans sahibi olan gerçek ve tüzel kişiler ise 31.12.2020'den önce işletmeye giren üretim tesislerinde yararlanılan mekanik aksamaların yurt içinde üretilmesi durumunda, bu tesislerde elde edilip iletim ve dağıtım sistemine gönderilen güneş enerjisinden elde edilen elektrik enerjisi için Tablo 27'deki fiyata Tablo 28'deki yer alan yerli katkı ilavesi eklenmektedir.

Tablo 27. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji İçin Uygulanan Sabit Fiyat Garantisi

Yenilenebilir Enerji Kaynağına Dayalı Üretim Tesis Tipi	Uygulanacak Fiyatlar (ABD doları cent/kWh)
Güneş enerjisine dayalı üretim tesisi	13,3

Tablo 28. Türkiye'de Teknoloji Bazında Sabit Alım Fiyat Garantisi ve Yerli Katkı İlavesi

Tesis Tipi	Yurt İçinde Gerçekleşen İmalat	Yerli Katkı İlavesi (ABD doları)
Fotovoltaik (PV) Enerjiye Dayalı Üretim Tesisleri	PV panel entegrasyonu ve güneş yapısal mekaniği	0,8
	PV modülleri	1,3
	PV modülünü oluşturan hücreler	3,5
	İnvertör	0,6
	PV modeli üzerine güneş ışınını odaklayan malzeme	0,5
Yoğunlaştırılmış Enerjiye Dayalı Üretim Tesisleri	Radyasyon toplama tüpü	2,4
	Yansıtıcı yüzey levhası	0,6
	Güneş takip sistemi	0,6
	Isı enerjisi depolama sisteminin mekanik aksamı	1,3
	Kulede güneş ışınını toplayarak buhar üretim	2,4
	Stirling motoru	1,3
	Panel entegrasyonu ve güneş paneli yapısal mekaniği	0,6

Türkiye için güneş enerjisi gelecek vaat eden fakat yararlanma konusunda çalışmaların yetersiz olduğu bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bu enerjiden yeterli oranda yararlanmak teşvik ve destek mekanizmaları ile mümkün olacaktır. Bu alanda yapılacak olan çalışmalarda,

- Fotovoltaik ve ülkemizde hiç kullanım alanı olmayan yoğunlaştırıcı ısı sistemlerinin kurulumu ile ilgili teşvikler arttırılmalı
- Güneş enerjisi ısı sistemleri ile sıcak su sağlanması için teşvik edilmeli
- Doğal aydınlatmada güneş enerjisinden yararlanılmalı bu konularda eğitimler ve teşvikler verilmelidir. (Karataş, 2009:192)

Avrupa Birliği'nde başta Almanya ve İspanya yenilenebilir enerji alanında önde ülkeler olup politikaları ve destekleyici eylem planları çerçevesinde hedeflerini hızla gerçekleştirmiş, güneş enerjisi teknolojisinde yerli ekipman sanayisinin kalkınmasını sağlayarak bu alanda iddialı teşvikler içeren politikalar uygulamışlardır (ETKB 2015-2019:17).

Sonuç olarak; enerji politikalarında sürdürülebilirlik önemli rol oynar. Bu sebeple yenilenebilir kaynaklardan enerji üretiminde ülkeler çeşitli teşvik ve destekler sağlar. Söz konusu teşvik ve destekler şu şekilde sıralanabilir;

- Yenilenebilir enerji üretiminde ki ürünlerin desteklenmesi,
- Üretim faktörlerinin (emek,sermaye,doğalgaz) teşviki,
- Ürünün vergi indirimi ile desteklenmesi,
- Ürünün depolama ve dağıtım altyapısına destek verilmesi,
- Ürünün tüketilmesi aşamasında desteklenmesinin sağlanmasıdır.

(HAK-İŞ, 2018:125-126)

SONUÇ

Enerji çağımızın en önemli kavramlarından biridir. Bu tez çalışmasında Türkiye için yenilenebilir enerji kaynakları arasında olan Güneş Enerjisi detayları ile ele alınmıştır. Detaylar incelenmeden, öncelikle enerji daha sonra sırasıyla; Dünya’da ve Türkiye’de birincil enerji açıklanmıştır. Rezervleri incelenmiştir. Sonraki bölümlerde yenilenebilir enerji ve Türkiye’de kullanım alanları ile mevcut potansiyelleri incelenmiştir.

Enerji kaynaklarının kısıtlı, talebin bu kısıtlı olan kaynaklara göre fazla olması, talebi karşılayabilmek için doğru ve etkin bir politikanın uygulanması gerektiğini gösterir. Bu bağlamda enerji ihtiyacı ve karşılanacağı enerji potansiyelinin bilinmesi gerekmektedir. Enerji ihtiyacında ki hızlı artış rezervlerin yetersizliği ile dışa bağımlılığı beraberinde getireceğinden, kaynak çeşitliliğinin sağlanması, yerli kaynaklara yönelme ve ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyelinin etkin kullanımı bu sorunları çözecektir. Arz güvenliğini sağlamak, dışa bağımlılığı ortadan kaldırmak ve dış açığı ortaya çıkaran enerji ithalini azaltmayı amaçlayan Türkiye için tek çare yenilenebilir enerjiyi verimli ve etkin kullanmasından geçer. Bu konuya son bölümde yer verilmiştir.

2005 yılında çıkarılan 5346 sayılı Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Üretimi Amaçlı Kullanımına ilişkin kanun devlet nezdinde de bu kaynağın kullanımını desteklediğini göstermektedir. Devletin izlediği teşvik politikalarının da etkisi oldukça büyüktür.

Gelişmekte olan ülkeler açısından yenilenebilir enerji potansiyeli önemli olmakla birlikte, Almanya, İngiltere gibi gelişmiş ülkelerin yenilenebilir enerji alanında yatırımlarına devam ettiği sürece ekonomilerinin büyümesine katkısı olduğu açıktır. Bu sebeple yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımların ülkeyi bir adım ileriye taşıyacağı şüphesiz doğru olacaktır. Gelecek yıllarda enerji darboğazına gireceğinin bilincinde olan ülkeler, doğada hiç tükenmeyeceği varsayılan ve çevre dostu yenilenebilir enerjiye yönelmektedirler. Son yıllarda rüzgâr ve güneş enerjileri için teknolojik gelişmeler hız kazanmakta olup, özellikle Avrupa Birliği ülkeleri rüzgâr enerjisinden yararlanmayı maksimum seviyelere çıkarmayı amaçlamışlardır.

Ülkemizde güneş ve rüzgâr enerjisi kullanım alanları elde ki veriye göre oldukça yetersizdir. Örneğin güneş enerjisinden sıcak su temin edilmesi oldukça yüksek iken elektrik enerjisi üretimi yeterli değildir. Üstelik bu konuda ciddi bir yol kateden Avrupa Birliği

ülkelerine göre Türkiye güneş enerjisi potansiyeli bakımından oldukça avantajlıdır. Ancak bu mevcut kaynakları yeterince değerlendirilememektedir. Bu durumun sonucunda ise gelecek enerji politikamız açısından büyük tehdit oluşturan dışa bağımlılık ortaya çıkmaktadır.

Çoğu yenilenebilir enerji kaynağında olduğu gibi ülkemizin konumu bakımından özellikle güneş enerjisi potansiyeli diğer kaynaklara göre daha zengindir. Son yıllarda güneş enerjisi teknolojisi hız kazanmış olup, maksimum seviyede faydalanma amaçlanmıştır. Ucuz olan bu enerjiye talep arttıkça teknolojisi de gelişmektedir. Yapılan teşvikler ile güneş enerjisinden elde edilen sıcak su teknolojisi, elektrik enerjisi üretiminden daha önde olup yapılan teşvikler sayesinde elektrik üretiminin de hız kazanması beklenmektedir.

Türkiye’de temiz ve sürdürülebilir enerji politikası uygulanmalıdır. Böyle bir enerji politikasının hayata geçmesi ise ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımı ile mümkün olacaktır.

Sonuç olarak politika açısından, artan enerji ihtiyacının kısıtlı kaynaklar ile karşılanmaya çalışılması doğru ve etkin bir enerji politikasının izlenmesinden geçer. Dışa bağımlı olma durumunun çözümünde ise, ülkeler kendi doğal potansiyellerini bilmez ve geliştirmezlerse, enerjide dışa bağımlılık kaçınılmaz olacağından ülkenin kalkınmasında ihtiyacı olan enerjiyi yerli kaynaklarından elde etmelidirler.

KAYNAKÇA

- Adıyaman, Ç. (2012). *Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikaları*. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.
- Ağaçbiçer, G. (2010). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler*. Yüksek Lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Albayrak, B. (2011). *Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Finansmanı : Bir Uygulama*, Doktora Tezi, Kadir Has Üniversitesi, İstanbul.
- Ay, S. (2008). *Elektrik Enerjisi Ekonomisi*, İstanbul : Birsen Yayınevi.
- Ayan, T. ve Pabuçcu, H. (2013) Süleyman Demirel Üniversitesi: İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 95.
- Bayraktar, Y. Ve KAYA, İ. (2016) *Yenilenebilir Enerji Politikaları Ve Rüzgâr Enerjisi Açısından Bir Karşılaştırma: Çin,Almanya ve Türkiye Örneği*, Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 10-14.
- Ceylan, M. (2012). *Elektrik Enerji Santralleri ve Elektrik Enerjisi İletimi ve Dağıtımı*, (1. Baskı) Ankara : Seçkin Yayınları.
- Çelik, S. (2012). *Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılığının Azaltılmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Doç. Dr. İsmail H. Özşabuncuoğlu, Doç. Dr. İ. Engin Türe, Y. Doç. Dr. Refik Kayalı, Y. Doç. Dr. Mozen Kavvas, Y. Doç. Dr. A. İhsan Sönmez (1991). *Çevre Açısından Temiz Enerji Uygulamalarının Bölgesel ve Sektörel Kullanım Alanlarındaki Alternatiflerinin Araştırılması ve Tanıtımı*, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.
- Dr. Ülker GÜNER BACANLI, *Türkiye'de Enerji Kaynakları ve Hidroelektrik Enerjinin Önemi*, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Türkiye 10. Enerji Kongresi, s.94.
- ETKB, 2015-2019 Stratejik Planlama.
- ETKB, 2016 Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü.
- ETKB, 18.05.2017 Birincil ve Nihai Enerji Yoğunluğu.

EÜAŞ 2016- Elektrik Üretim Sektör Raporu, Mayıs 2017.

Gülay, A. (2008). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, Nisan, 2018.

IEA (International Energy Agency 2007), *Renewables in Global Energy Supply*, OECD/IEA, Paris.

IEA (International Energy Agency), *Enerji Atlası*

IEA (International Energy Agency) Renewables Information, <https://www.iea.org/statistics/ieaenergyatlas> . (Erişim Tarihi: 01.03.2016)

İktsadi.org. *Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları*. <http://www.iktisadi.org/turkiyenin-birincil-enerji-kaynaklari.html>

Sarıbaş, E. (2015). *Türkiye'deki enerji kaynakları ve izlenen enerji politikaları*. Yüksek Lisans Tezi, Niğde Üniversitesi, Niğde.

Seyhan Onbaşıoğlu., "Neden Yenilenebilir Enerji ?", Termodinamik dergisi, Yıl: 14, Sayı: 128, Ekim 2005, s. 59; US Government, Energy Information Administration (EIA)., "Scientific Forms of Energy".

Kara, S. (2013). *Türkiye'de Yenilenebilir Enerjiye İktisadi Bakış*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Karadaş, F. (2008). *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Enerji Sektörü ve Politikaları*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

Karataş, S. (2009). *Türkiye'de Yenilenebilir Kaynaklar İçerisinde Rüzgâr ve Güneş Enerjilerinin Yeri*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

Karapınar İlçesinde Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesisi Yatırımları için Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi Kurulmasına Yönelik Fizibilite Raporu.

İktsadi.org. *Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları*. <http://www.iktisadi.org/turkiyenin-birincil-enerji-kaynaklari.html>

Kendirli, B., Çakmak, B., *Yenilenebilir enerji kaynaklarının sera ısıtmasında kullanımı*, Ankara Üniversitesi, Ankara.

Mahmutoğlu, M. (2013). *Türkiye Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerjinin Rolü*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Öztürk, Hüseyin. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Kullanımı*, Teknik Yayınevi, Ankara 2008.

TABAK, C., DİNÇER H., KARAYAZI, K., ARSLAN, E., YILDIZ, M., KARAYAZI, S., *YOĞUNLAŞTIRICI GÜNEŞ ENERJİSİ SİSTEMLERİ İLE ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİMİ*, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

TEİAŞ, *Türkiye Elektrik Enerjisi 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu (2017-2021)*.

TESAB Cilt I. (Türkiye Elektrik Sanayi Birliği), *Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği*.

TETAŞ *2017 Yılı Sektör Raporu*, Mayıs, 2018.

TUBİTAK Bilim Teknik Dergisi, Mayıs, 2009.

Uçak, S. (2010). *Sürdürülebilir Kalkınma Bağlamında Alternatif Enerji ve Enerji Üretimi-Büyüme İlişkisi : Panel Veri Analizi*, Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.

UEVEP 22 Haziran 2015 Türkiye Cumhuriyeti 2009/125/EC ile 2010/30/EU sayılı AB Direktiflerini değiştiren ve 2004/8/EC ile 2006/32/EC sayılı AB Direktiflerini yürürlükten kaldıran Avrupa Parlamentosu'nun 2012/27/EC sayılı AB Direktifi ile 25 Ekim 2012 tarihli enerji verimliliğine dair Konsey kararı uyarınca hazırlanmış ve ayrıca Avrupa Çevre Ajansı açısından geçerli olan Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı.

Ulusoy, A. Daştan, C.B. (2018). "*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelik Vergisel Teşviklerin Değerlendirilmesi*". HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, 125-126.

YEKSEM (2009). *Sürdürülebilirlik Kapsamında Yenilenebilir ve Etkin Enerji Kullanımının Yapılarda Uygulanması*, s.79.

YILMAZ AYDIN, O. (2015). *Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Teşvikler Ve Türkiye*, Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

<http://www.eia.doe.gov/kids/energyfacts/science/formsofenergy.html>,
(Erişim Tarihi: 30.02.2016)

