

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İKTİSAT ANABİLİM DALI
İKTİSAT DALI

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI
İÇERİSİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ: KARAPINAR İLÇESİ
SWOT ANALİZİ

Tevfik TANIŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Danışman

Doç. Dr. Burcu GÜVENEK

Konya 2019



T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Bilimsel Etik Sayfası

Öğrencinin	Adı Soyadı	Tevfik TANIŞ
	Numarası	144226001007
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İktisat / İktisat
	Programı	Tezli Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐
	Tezin Adı	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İÇERİSİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ: KARAPINAR İLÇESİ SWOT ANALİZİ

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.

Öğrencinin imzası
(İmza)



T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Yüksek Lisans Tezi Kabul Formu

Öğrencinin	Adı Soyadı	Tevfik TANIŞ
	Numarası	144226001007
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İktisat/ İktisat
	Programı	Tezli Yüksek Lisans ☒ Doktora ☐
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Burcu GÜVENEK
	Tezin Adı	YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İÇERİSİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ: KARAPINAR İLÇESİ SWOT ANALİZİ

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Güneş Enerjisi: Karapınar İlçesi Örneği başlıklı bu çalışma 3/07/2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Danışman/Üye	İmza
Doç. Dr. Burcu GÜVENEK	Danışman	
Prof. Dr. Zeynep KARAÇOR	Üye	
Doç. Dr. Bilge AFŞAR	Üye	

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini ve tecrübelerini paylaşan, sürecin her aşamasında yardımını esirgemeyen, yol gösteren değerli hocam Sayın Doç. Dr. Burcu GÜVENEK'e,

Yine çalışmamda konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren, desteklerini gördüğüm Prof. Dr. Zeynep KARAÇOR ve Prof. Dr. Mehmet MUCUK hocalarıma,

Ayrıca üniversite hayatım boyunca ve sonrasında attığım her adımda yanımda olan ve bugünlere ulaşmamda teşekkürlerin yetersiz kalacağı canım eşim Arş. Gör. Zehranur SANİOĞLU TANIŞ'a sonsuz teşekkür ederim.



T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin

Adı Soyadı	Tevfik TANIŞ		
Numarası	144226001007		
Ana Bilim / Bilim Dalı	İktisat/İktisat		
Programı	Tezli Yüksek Lisans ☒	Doktora ☐	
Tez Danışmanı	Doç. Dr. Burcu GÜVENEK		
Tezin Adı	Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Güneş Enerjisi: Karapınar İlçesi SWOT Analizi		

ÖZET

Yenilebilir enerji, doğada sürekli olarak yenilenen ve çok farklı şekillerde bulunabilen enerji kaynağıdır. Özellikle güneş enerjisi doğada fazlasıyla bulunan, devamlı ve ücretsiz bir kaynaktır. Geleneksel yakıt kaynaklarının ortaya çıkardığı çevresel sorunların pek çoğunun güneş enerjisi üretiminde bulunmaması bu enerjiyi çevreye zarar vermeyen ve sürdürülebilir hale getirmektedir. Artan güneş enerjisi santralleri de bu sürdürülebilirliğin ortaya çıkardığı sonuçtur.

Çalışmada, günümüzde kullanımı artmaya başlamış olan yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisi ve Konya Karapınar örneğinin SWOT Analizi ile incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, çalışmanın ilk bölümünde enerji kaynakları, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi; ikinci bölümde güneş enerjisi, güneş enerjisinin kullanım alanları, güneş enerjisi sistemleri konularında teorik birer çerçeve ortaya konulmaya çalışılmıştır. Son bölümde ise Konya Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi (KEİEB) örneğine ilişkin SWOT Analizi yapılmıştır. Bu kapsamda, Konya KEİEB ele alınmış ve güneş enerjisinden elektrik üretimi elde edilmesine yönelik yatırımlar SWOT matrisi ile incelenerek durum analizi yapılmıştır.

Çalışmanın sonucuna göre, KEİEB güneş enerji santrali projesinin bazı tehdit ve zayıf yönleri olmasına rağmen birçok fırsatları ve güçlü yönleri de bulunmaktadır. Özellikle Karapınar ilçesinin yüksek oranda güneş ışınlamına sahip olması ve güneşlenme süresinin uzun olması başlıca güçlü yönleri iken projenin Konya Valiliği ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından desteklenmesi en önemli fırsatları olarak görülmektedir. Bunun yanında güneş enerjisi santralının konumundan kaynaklanan çevreye ve ekosisteme olan zararları zayıf yönlerini, kurulması ve faaliyete geçtiği aşamalarda gerçekleştirilen işlemlerin olumsuz etkileri ise tehditleri oluşturduğu görülmektedir. Fakat bu yatırımların artarak gerçekleşmesi, tehditlerinin ve zayıf yönlerinin ortadan kaldırılması veya azaltılması ile desteklenmesi gerektiği öne sürülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir Enerji, Güneş Enerjisi, Konya, Karapınar, SWOT Analizi.



T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



Öğrencinin	Adı Soyadı	Tevfik TANIŞ	
	Numarası	144226001007	
	Ana Bilim / Bilim Dalı	İktisat/İktisat	
	Programı	Tezli Yüksek Lisans ☒	Doktora ☐
	Tez Danışmanı	Doç. Dr. Burcu GÜVENEK	
	Tezin İngilizce Adı	Solar Energy in Renewable Energy Sources: SWOT Analysis of Karapınar District	

SUMMARY

Renewable energy is a renewable energy source that can be found in many different ways. In particular, solar energy is a continuous and free resource that is abundant in nature. Many of the environmental problems posed by conventional fuel sources do not produce solar energy, making this energy sustainable and environmentally friendly. Increasing solar power plants are the result of this sustainability.

In this study, it is aimed to investigate solar energy and Konya Karapınar sample by using SWOT analysis among renewable energy sources whose usage has started to increase today. Accordingly, in the first part of the study, energy resources, non-renewable and renewable energy sources and the importance of renewable energy sources; In the second part, a theoretical framework has been tried to be put forward in the fields of solar energy, usage areas of solar energy and solar energy systems. In the last section, SWOT Analysis of Konya Karapınar Energy Specialized Industrial Zone (KEİEB) sample was performed.

In this context, Konya KEİEB was handled and the investments for obtaining electricity from solar energy were analyzed with SWOT matrix and situation analysis was performed. According to the results of the study, although there are some threats

and weaknesses of the BSEC solar power plant project, there are many opportunities and strengths. Especially the high strength of Karapınar district and the long duration of sunbathing are the main strengths, while the project is supported by the Konya Governorship and the Ministry of Science, Industry and Technology. In addition, the weaknesses of the environment and the ecosystem resulting from the location of the solar power plant, and the negative effects of the operations carried out during the establishment and operation of the solar power plant constitute threats. However, it has been suggested that these investments should be realized by increasing and be supported by eliminating or reducing their threats and weaknesses.

Keywords: Energy, Renewable Energy, Solar Energy, Konya, Karapınar, SWOT Analysis.

İÇİNDEKİLER

BİLİMSEL ETİK.....	i
TEZ ONAY FORMU.....	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
SUMMARY	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARI

1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	5
1.1.1. Fosil Yakıtlar	6
1.1.1.1. Kömür	6
1.1.1.2. Petrol	7
1.1.1.3. Doğalgaz	8
1.1.2. Nükleer Enerji	8
1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları	9
1.2.1. Hidrolik Enerji	11
1.2.2. Güneş Enerjisi	14
1.2.3. Rüzgâr Enerjisi	15
1.2.4. Jeotermal Enerji.....	18
1.2.5. Biokütle (Biomass) Enerjisi	20
1.2.6. Dalga ve Gel-Git Enerjisi	22
1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi	23
1.3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yöneliş Nedenleri	24

1.3.1.1. Enerji Arzının Sürekliliği	24
1.3.1.2. Sosyal ve Ekonomik Nedenler	25
1.3.1.3. Çevresel Nedenler	26
1.3.1.4. Enerji – Çevre İlişkisi.....	27
1.3.1.5. Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri	27
1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Özellikleri.....	29

İKİNCİ BÖLÜM

GÜNEŞ ENERJİSİ

2.1. Güneş Enerjisi ve Tarihçesi	31
2.2. Güneş Enerjisinin Kullanım Alanları.....	38
2.3. Güneş Enerjisi Teknolojileri	40
2.3.1. Isıl Güneş Teknolojileri.....	41
2.3.1.1. Düşük Sıcaklık Sistemleri	41
2.3.1.2. Yoğunlaştırıcı Güneş Sistemleri	43
2.3.2. Fotovoltaik (Güneş Pili) Teknolojiler	46
2.3.2.1. Güneş Pillerinin Yapısı ve Özellikleri.....	49
2.3.2.2. Güneş Pillerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler	51
2.3.2.3. Güneş Pillerinin Avantaj ve Dezavantajları	53

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İÇERİSİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ: KARAPINAR İLÇESİ SWOT ANALİZİ

3.1. Karapınar İlçe Ekonomisine Genel Bir Bakış.....	56
3.1.1. Karapınar İlçesi Güneş Enerjisi Potansiyeli.....	58
3.2. Literatür Çalışması.....	61
3.3. Metodoloji.....	67

3.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Güneş Enerjisi: Karapınar İlçesi	SWOT
Analizi.....	69
3.4.1. Güçlü Yönler ve Fırsatlar.....	69
3.4.2. Zayıf Yönler ve Tehditler.....	75
3.4.3. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi SWOT Matrisi.....	78
SONUÇ	81
KAYNAKÇA.....	85
ÖZGEÇMİŞ.....	89

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması	4
Tablo 1.2. Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı ve 2035 Projeksiyonu...	5
Tablo 1.3. Dünya Hidroelektrik Enerjisi Potansiyeli Durumu.....	13
Tablo 2.1. Exajoule Cinsi 2050 Yılı Tahmini Enerji Kaynakları Kullanımı..	39
Tablo 2.1. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı.	40



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı (IEA)	11
Şekil 1.2. Küresel Kümülatif Rüzgâr Gücü Kurulumu	17
Şekil 2.1. Küresel Elektrik Talebi İçinde Fotovoltaik Teknolojilerin Yeri ...	34
Şekil 2.2. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA).....	37
Şekil 2.3 Türkiye Güneşlenme Saatleri (Saat	37
Şekil 2.4. Güneş Kolektörleri Yapısı	42
Şekil 2.5. Vakumlu Güneş Kolektörleri Yapısı	42
Şekil 2.6. Fresnel Aynalı Yoğunlaştırıcı Sistemler	44
Şekil 2.7 Parabolik Çanak Kolektörlerin Yapısı	45
Şekil 2.8. Güneş Kuleleri Yapısı.....	45
Şekil 2.9. Fotovoltaik hücre, modül, panel ve solar dizisi	47
Şekil 2.10. Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistemler.....	48
Şekil 2.11. Fotovoltaik Hücresinin Çalışma Prensibi.....	50
Şekil 2.12. Fotovoltaik Modül Kesiti.....	50
Şekil 3.1. Türkiye Güneş Enerjisi Atlası.....	59
Şekil 3.2. Karapınar ve Bavyera Bölgelerinin Güneş Işınımı Miktarlarının Karşılaştırılması	60
Şekil 3.3. Karapınar EİEB'nin Mülkiyet Durumu	74
Şekil 3.4. Karapınar EİEB'nin Mevcut Arazi Kullanım Durumu.....	76
Şekil 3.5. Karapınar EİEB ve Çevresindeki Koruma Alanları	77

GİRİŞ

İnsanlığın hayatını devam ettirebilmesi için temel etmenlerden biri olan enerji, “maddede var olan güç, iş yapma yeteneği” olarak tanımlanmaktadır. Gelişen teknoloji ile beraber gündelik yaşantımızda sürekli artan etkiye sahip olan enerji, vazgeçilemeyecek kadar önemli bir kavram haline gelmiştir. En yalın ifadeyle ulaşımdan ısınmaya, aydınlatmadan iletişime, sıradan işlerimizi yaptığımız cihazların çalışmasına kadar her alanda enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır (Ağaçbiçer, 2010: 1). Enerji ile bağımız bu kadar sağlamken ve sürekli artan bir talep söz konusuyken bu sektörde geçmişten günümüze önemli bir değişim ve gelişim göstermiştir.

Küresel enerji piyasası, artan talep ile giderek azalan fosil yakıtlar (kömür, doğalgaz, petrol) ve artan karbon salınımları sebebiyle oldukça girift bir dönemi yaşamaktadır (Mutlu, 2013: 1). Ülkelerin gelişim süreçlerinde enerji kilit roldedir. Bu rol enerjinin diğer girdilerle olan bağından kaynaklanmaktadır (Faye, 2000: 5). Gelişen teknoloji, artan nüfus ve enerji yoğunluğu ile ülkelerin yaşadığı kalkınma ve küresel enerji ekonomisinde rekabet gücüne ulaşabilme isteği de bu dönemi karmaşıklaştıran diğer etmenlerdendir (Demirtürk, 2013: 2). Enerjinin artan bir popülerite kazandığı günümüz koşullarında refah artışını ve ülkelerin gelişimini desteklemesi bakımından bu kaynağı elinde bulundurmak üretici konumunda yer alan ülkelerin ekonomilerine sağladığı üstünlük yadsınamaz bir gerçekliktir. Bu bağlamda enerji, ekonomik bir girdi, sürdürülebilir kalkınma için itici güç ve toplumsal refah seviyesini arttırıcı bir unsur olarak görülmektedir.

Yeni keşiflerin endüstride yoğun şekilde kullanılmaya başlandığı Sanayi Devriminin ardından enerji talebi, evrensel olarak bir artış yaşamıştır. Kaynakların eşit olarak bulunmaması ve artan talep ile küresel rezervlerin giderek azalması bütün dünyayı yeni arayışlara yönlendirmiştir. Artık enerji günümüzde ülkesel olarak kalkınmanın gerçekleştirilmesi için gereken üretimin temel girdilerinden biri olarak kabul edilmektedir (Mucuk ve Uysal, 2009: 105).

Ülkemizde giderek artan enerji talebine cevap verebilmek için halihazırdaki kaynakların etkin kullanılması gerekmektedir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji

kaynaklarının kullanılması için birçok çalışma yapılmaktadır. Bulunduğu konum itibariyle ülkemizde Güneş enerjisi için oldukça yüksek bir potansiyel bulunmaktadır. Özellikle bu yöntemle elektrik üretimi git gide artmaktadır. Elektrik üretimi sırasında atık ortaya çıkarmayan, kullanımı ve bakımı kolay olan fotovoltaik sistemlerin kurulumu da giderek artmaktadır (Çiftçi, 2015: 1).

Güneş enerjisi sürdürülebilir gelişim için gereken enerji ihtiyacının temel alternatiflerinden biri olarak giderek gelişim gösteren bir sektör olmaya devam etmektedir. Bu doğrultuda, araştırmada, yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde yer alan güneş enerjisi ele alınmış olup, Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesine yapılacak olan güneş enerjisi yatırım planı SWOT analizi yardımıyla incelenmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde yenilenemeyen enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynakları türleri, önemi ve özelliklerinden bahsedilmektedir. İkinci bölümde ise güneş enerjisi, tarihçesi, güneş enerjisi teknolojileri ve kullanım alanları detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Son olarak üçüncü bölümde Karapınar ilçesi güneş enerjisi yatırım planı SWOT analizi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

ENERJİ KAYNAKLARI

“Maddenin sahip olduğu iş yapabilme gücü ya da kapasitesi” şeklinde en genel anlamıyla ifade edilen enerji; günümüzde herhangi bir mal ya da hizmetin üretiminde kullanılması mecburi bir girdidir ve bu nedenle ülkelerin refahının artmasında oldukça önemli bir unsur haline gelmiştir. Diğer bir ifadeyle, enerji, sınai üretimin ana girdisi olduğu için ülkelerin kalkınma seviyelerini etkileyen başta gelen unsurlardan biri olarak sayılmaktadır. Enerji, bir ülkenin sağlık, eğitim, ulaşım ve altyapı hizmetlerinin gerçekleştirilmesinde, sınai ve tarımsal ürünlerin üretilmesinde, ekonomide verimliliğin artırılmasında, insanların beslenme, ısınma ve barınma gibi temel ihtiyaçlarının karşılanmasında anahtar bir role sahiptir. Bu nedenle özellikle günümüzde, teknolojiye hızlı değişim ve gelişim, ısınma ve aydınlanma, ulaşım ve taşımacılık alanlarında, sınai üretim için hammadde girdisi olarak enerjinin, toplumsal hayatın en temel parçası olduğu kabul edilmektedir (Mahmutoğlu, 2013: 4).

Enerji kaynakları (Tablo 1.1.), yenilenemez enerji kaynakları ya da diğer bir ifadeyle fosil yakıtlar ve yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere iki ayrı gruba ayrılmaktadır. Fosil yakıtlar yenilenmesi uzun zaman aldığı için yenilenemez enerji kaynağı olarak ifade edilmektedir, yani, yenilenemeyen hiçbir enerji kaynağı bulunmamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise tükenmeyen enerji kaynakları olduğu için bu şekilde adlandırılmaktadır. Petrol, kömür ve doğalgaz yenilenemeyen enerji kaynaklarına örnek olarak gösterilebilirken; rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve hidrolik enerji yenilenebilir enerji kaynaklarına örnek olarak gösterilebilmektedir (Çepik, 2015: 43).

Tablo 1.1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji Kaynakları



Kullanışlarına Göre	Dönüştürülebilirliklerine Göre
A) Yenilenemez (Tükenir)	A) Birincil (Primer)
a) Fosil Kaynaklı - Kömür - Petrol - Doğalgaz b) Çekirdek Kaynaklı - Uranyum - Toryum	- Kömür - Petrol - Doğalgaz - Nükleer - Biokütle - Hidrolik - Güneş - Rüzgâr - Dalga, Gel-Git
B) Yenilenebilir (Tükenmez)	B) İkincil (Sekonder)
- Hidrolik - Güneş - Biokütle - Rüzgâr - Jeotermal - Dalga, Gel-Git - Hidrojen	- Elektrik, Benzin, Mazot, Motorin-İkincil Kömür - Kok, Petrokok - Hava Gazı - Sıvılaştırılmış petrol gazı (LPG)

Kaynak: Koç ve Şenel, 2013: 33.

Günümüzde Dünya enerji ihtiyacının büyük bir kısmını fosil yakıtlardan elde edilmekte olup bu durumun zaman içerisinde değişiklik göstereceği öngörülmektedir. Küresel anlamda, enerji kaynaklarının ekonomik ve siyasal güç dengesinde payı oldukça büyüktür. Enerji kaynaklarına sahip ya da enerji kaynaklarını işleten ülkeler dünya siyasetinde önemli bir yere sahip olarak ekonomik anlamda da güçlü hale gelmektedirler. Tablo 2.'de Dünya Enerji Konseyi Türk Mili Komitesinin yayınladığı enerji arzının kaynaklara göre dağılımını ve 2035 projeksiyonu raporunu gösterilmektedir. Buna göre, yenilenebilir enerji kaynaklarının arzı artarken fosil yakıtların payı artmamaktadır (Çepik, 2015: 44).

Tablo 1.2. Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı ve 2035 Projeksiyonu

Kaynak	1990	2010	Mevcut Politikalar 2035	Yeni Politikalar 2035
Kömür	25	27	30	25
Petrol	37	32	27	27
Doğalgaz	19	22	23	24
Nükleer	6	6	5	7
Hidrolik	2	2	2	3
Odun v.b.	10	10	9	11
Jeotermal, Güneş ve Rüzgar	0	1	3	4
Toplam	100	100	100	100

Kaynak: Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi Enerji Raporu, 2012: 3

Tablo 1.2.'de görüldüğü üzere küresel anlamda enerji ihtiyacının 2010-2025 yılları arasında yıllık %1,6 artacağı ve bu artışın da bir bölümünün yenilenebilir enerji kaynaklarından diğer bölümünün ise doğalgaz ve petrol gibi fosil yakıtların kullanımının artışı ile giderileceği öngörülmektedir (IEA World Energy Outlook, 2013: 218). Bununla birlikte, günümüzde hem fosil yakıtların zararlarından kurtulmak hem de fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak isteyen ülkelerin yenilenebilir enerji kaynakları dikkatini çekmeye başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynakları ise sırasıyla, suyun statik enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesiyle elde edilen hidroelektrik enerjisi; rüzgâr santralleriyle elde edilen rüzgâr enerjisi, güneş panelleri ile ortaya çıkarılan güneş enerjisi şeklinde sayılabilmektedir. Yenilenebilir enerjilerin üretilebilmesi için özellikle gelişmiş ülkelerde yüksek maliyetli Ar-Ge çalışmaları yapılmaktadır. Gelecekte yeni teknolojiler ile birlikte daha düşük maliyetlerle bu yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji kaynakları içerisindeki payının artacağı öngörülmektedir (Çepik, 2015: 48-49).

1.1. Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları stok kaynaklar olarak da ifade edilebilmekte olup doğada sabit miktarda bulunmaktadır. Bir kere tüketildiğinde yerlerine yenileri gelmeyen bu kaynaklar sonsuza kadar kullanılamazlar (Özsabuncuoğlu ve Uğur,

2005: 103). Fosil yakıtlar olarak da ifade edilen kömür, petrol ve doğalgaz yenilenemeyen enerji kaynaklarının başında sayılmaktadır.

1.1.1. Fosil Yakıtlar

Fosil yakıtlar, ölmüş canlı kalıntılarının milyonlarca yıl oksijensiz bir ortamda çözülmesi sonucu ortaya çıkan yakıtlardır. Doğal olarak ortaya çıkan enerji kaynakları olarak kömür, petrol, doğalgaz bu başlık altında incelenecektir.

1.1.1.1. Kömür

Yanabilen, sedimanter organik bir kayaç olan kömür, karbon başta olmak üzere hidrojen ve oksijen gibi elementlerin bileşiminden oluşmuştur. Yer altında bulunan diğer kaya tabakalarının arasında damar halinde milyonlarca yıl ısı, basınç ve mikrobiyolojik etkiler sonucunda meydana gelmiştir. Kömür, nebatların bataklık alanlarda birikmesi sonucu oluşan tabakaların değişime uğraması neticesi meydana gelmiştir. Bu tabakalar üzerine çeşitli çökeltilerin birikmesi ve arzın hareketleri sonucu derinliklere gömülmüştür. Gömülmüş, olan bu nebatlar; artan ısı ve basınca maruz kaldıklarında bünyelerinde fiziksel ve kimyasal değişikliğe uğrayarak kömüre dönüşürler. Bu proses milyonlarca yıl içinde gerçekleşerek kömürler organik olgunluklarına göre Linyit, Altbitümlü, Kömür, Bitümlü kömür ve Antrasit tiplerine ayrılırlar. Kömür Dünya’da en yaşlı bir şekilde bulunan, güvenilir aynı zamanda düşük maliyetlerle elde edilebilen temiz bir fosil yakıttır. Dünya’da 50’den fazla ülkede üretilmektedir. Kömür rezervleri diğer fosil yakıtlar gibi (petrol ve doğalgaz) Dünya’nın belli bir bölümünde değil fakat tüm dünyada yaygın bir şekilde bulunmaktadır (enerji.gov.tr, 2018).

BP (2015) yılı verilerine göre, Dünya’da en çok kömür rezervi %34,8 ile Avrupa ve Avrasya bölgesinde bulunmaktadır. Bu bölgede en çok kömür rezervine sahip olan ülke ise %17,6’lık pay (157 milyar ton) ile Rusya’dır. Türkiye ise, 8,7 milyar tonluk rezervi ile dünya klasmanında %1’lik paya sahiptir. Asya Pasifik bölgesi ise, dünya kömür rezervlerinin %32,3’üne sahiptir. Bu bölgede ise, %12,8 (114,5 milyar ton) ile Çin ve %8,6 (76,4 milyar ton) ile Avusturalya en çok kömür rezervine sahip ülkelerdir. Asya Pasifik bölgesini %29,1’lik rezerv payı ile ABD,

%3,6'lık rezerv payı ile Afrika takip etmektedir. Ayrıca, dünyada toplam kömür üretiminin %70,6'sı (5,4 milyar ton) Asya Pasifik bölgesinde gerçekleşmektedir. Bu bölgede de Çin %47,7'lik üretim payı ile (3,7 milyar ton) en çok kömür üreten ülke konumundadır. Asya Pasifik bölgesini %14,5'lik üretim payı ile ABD, %11 ile Avrupa ve Avrasya ve %4 ile Afrika takip etmektedir. Son olarak, Türkiye, 8,7 milyar tonluk kömür rezervi ile dünya klasmanında %1'lik paya sahip olmakla birlikte 2015 yılı itibariyle dünya kömür üretiminin %0,3'ünü sağlamaktadır. 1981 yılında 21 milyar ton üretime sahip olan Türkiye, 2014 yılında 65,2 milyar tonluk üretim gerçekleştirmiştir. Son olarak, 2015 yılında kömür üretimi 46,2 milyar ton seviyesine gelmiştir (bp.com, 2016).

1.1.1.2. Petrol

Petrol, hidrojen ve karbondan oluşan ve içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunan çok karmaşık bir bileşimdir. Normal Şartlarda gaz, sıvı ve katı halde bulunabilir. Gaz halindeki petrol, imal edilmiş gazdan ayırt etmek için genelde doğal gaz olarak adlandırılır. Ham petrol ve doğal gazın ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için bunlar "Hidrokarbon" olarak da isimlendirilirler (enerji.gov.tr, 2018).

IEA (2017) raporuna göre, Petrol, dünyanın önde gelen yakıtı olmaya devam ederken 2016 yılında küresel enerji tüketiminin üçte birini karşılamıştır. Küresel petrol tüketimi büyümesi, 2016 yılında günde 1,6 milyon varil (Mb/d) veya %1,6 olmuştur. Çin (400.000 b/d) ve Hindistan (330.000 b/d) en büyük artışları sağlamıştır. Öte yandan, küresel petrol üretimi 2016 yılında sadece 0,4 Mb/d artarak 2013'ten bu yana en yavaş büyüme kaydetmiştir. Rafineri üretim hacmi 2015 yılında 1,8 Mb/d'den 2016'da 0,6 Mb/d'ye gerilemiştir. 2016 yılında rafinaj kapasitesi, sadece 440.000 b/d, 1 Mb/d'lik 10 yıllık ortalama büyüme ile artarak rafineri kullanımının artmasına neden olmuştur (IEA, 2017: 7).

2016 yılında, Orta Doğu'daki petrol üretimi, İran'daki (700.000 b/d) Irak (400.000 b/d) ve Suudi Arabistan'daki (400.000 b/d) büyümenin etkisiyle 1,7 Mb/d artmıştır. Orta Doğu dışındaki üretim, ABD'de (-400.000 b/d), Çin (-310,000 b/d) ve

Nijerya'da (- 280.000 b/d) olan düşüşlerle 1,3 Mb/d düşüş göstermiştir. Ayrıca, brent petrol fiyatı, 2015 yılında varil başına 52.39 \$ seviyesinden, 2016 yılında ortalama 43.73 \$ seviyesine gerilemiştir (IEA, 2017: 8).

1.1.1.3. Doğalgaz

Metan (CH₄), etan (C₂H₆), propan (C₃H₈) gibi hafif moleküler ağırlıklı hidrokarbonlardan oluşan bir karışım olan doğalgaz, yeraltında tek başına veya petrol ile birlikte bulunabilir. Petrol gibi doğalgaz da kayaçların mikroskobik gözeneklerinde bulunur ve kayaç içerisinde akarak üretim kuyularına ulaşır. Doğalgaz, yüzeyde ayrıştırılarak içerisinde bulunan ağır hidrokarbonlar (bütan, pentan, v.b.) uzaklaştırılır. Doğalgaz, evlerimizde kullandığımız en temiz fosil yakıttır. Doğalgazın yanması durumunda karbondioksit, su buharı ve azot oksitler oluşur (tpao.gov.tr).

BP (2015) yılı verilerine göre, dünyada 186,9 trilyon m³ kanıtlanmış doğalgaz rezervi bulunmaktadır. Buna göre, Orta Doğu bölgesi %42,8 ile (80 trilyon m³) en çok rezerve sahip bölge konumundadır. Bu bölgede %18,2'lik (34 trilyon m³) rezerv payı ile İran ve %13,1'lik (24,5 trilyon m³) rezerv payı ile Katar dikkati çekmektedirler. Avrupa ve Avrasya bölgesi ise %30,4 (56,8 trilyon m³) gibi önemli bir doğalgaz rezervine sahiptir. Bu bölgede de %17,3'lük (32,3 trilyon m³) rezerv payı ile Rusya ve %9,4'lük (17,5 trilyon m³) rezerv payı ile Türkmenistan dikkati çekmektedir.

Amerika bölgesi ise, dünya doğalgaz rezervlerinin %10,9'unu (20,3 trilyon m³) barındırmaktadır. Bu rezervin 10,4 trilyon m³'ü (%5,6) ABD'de bulunurken, 5,6 trilyon m³'ü (%3) Venezuela'da bulunmaktadır. Dünya doğalgaz rezervlerinin %8,4'lük kısmı (15,6 trilyon m³) Asya Pasifik bölgesinde ve %7,5'lik kısmı da (14,1 trilyon m³) Afrika'da bulunmaktadır (bp.com, 2016).

1.1.2. Nükleer Enerji

Nükleer enerji, 1879 yılında Uranyum'un keşfi ile başlayan ve 1934 yılında atomun parçalanması ile devam eden süreçte politikacılar, bilim adamları ve

sanayicilerin gündemine girmiştir. Diğer birçok teknolojik gelişmede olduğu gibi önce askeri savunma alanında başlayan çalışmalar daha sonra ticari olarak devam etmiştir. ABD ve Rusya başta olmak üzere birçok ülke nükleer enerjiden faydalanılması yönünde yoğun çalışmalar gerçekleştirmiş, bu çalışmaların neticesinde atomların parçalanması sonucu açığa çıkan ısı enerjisini elektrik enerjisine dönüştürecek sistemler geliştirilmiştir. Bu sistemler, diğer bir deyişle santraller, nükleer enerjinin güvenli, kontrollü ve sürdürülebilir bir şekilde elde edilmesini sağlamaktadır (enerji.gov.tr, 2018).

1970'li yılların başında yaşanan petrol krizi ile birlikte nükleer enerjiye olan ilgi de artmaya başlamıştır. Petrol başta olmak üzere fosil kaynaklara sahip olmayan ülkeler, bu kaynaklara olan bağımlılıklarını azaltmak ve enerji arz güvenliklerini sağlamak amacıyla nükleer enerjiye yönelmişlerdir. Nükleer santraller tüm dünyada hızlı bir şekilde işletmeye alınırken, 1979 yılında ABD'de yaşanan Three Mile Island (TMI) ve 1986 yılında Sovyet Rusya'da (bugün Ukrayna sınırları içinde) yaşanan Çernobil kazaları ile santral kurulumunda bir yavaşlama görülmüştür. Bu kazaların ardından tüm dünyada daha güvenli nükleer santrallerin kurulması ve işletilmesi için hem idari hem de teknik açıdan gelişimler yaşanmıştır (enerji.gov.tr, 2018).

1.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji, doğal süreçler ile elde edilen, doğada sürekli olarak yenilenen ve çok farklı şekillerde bulunabilen enerji kaynağıdır. Bu yenilenebilir enerji kaynakları temel olarak, güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biokütle, dalga gücü ve jeotermal olarak sayılmaktadır. Petrol, doğalgaz ve kömür gibi fosil enerji kaynaklarının sınırlı olması, sera gazı salınımı yapmaları nedeniyle oluşan çevre kirliliği, küresel anlamda bu kaynakların fiyatlarının oynak yapısı, nükleer enerji kaynaklarının yüksek sabit maliyeti, güvenlik ve atık problemleri yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini gün geçtikçe oldukça artmaktadır (Mahmutoğlu, 2013: 14). Diğer bir ifadeyle, dünya üzerinde artan nüfus, kırsaldan kentlere yapılan göçler, sanayileşme, teknolojinin gelişmesi ve yaygınlaşması, refah artışı ile ilişkili olarak enerji tüketiminin artması, enerji tüketiminin mümkün olduğunca en düşük seviyede tutulmasını, en tasarruflu ve verimli bir şekilde tüketilmesini gerektirmekle birlikte

yeni alternatif enerji kaynakları üzerine dikkatleri çekmektedir. Bu sebepleri özetle sıralamak gerekirse (Havan, 2017: 21);

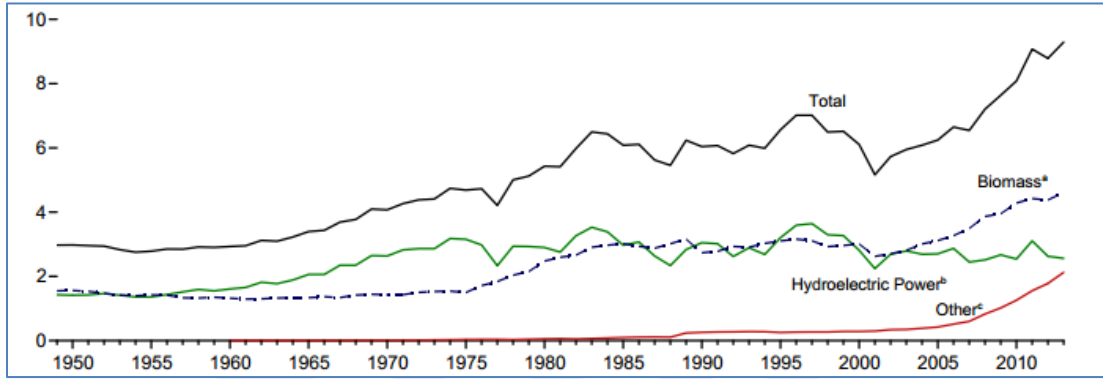
- Enerji kaynaklarının üretim ve tedarik maliyetlerinin yüksek olması; enerji projelerinin, uzun bir süreç, mali kaynak ve gelişmiş teknoloji gerektiren yatırımlar olması,
- Doğalgaz ve Petrol gibi fosil yakıt rezervlerinin azalması ve bu nedenle, bunları ikame edecek yeni enerji kaynakları geliştirilememesi sonucunda fiyatların giderek artış eğilimi içerisinde olması,
- Enerji kaynakları açısından fakir olan gelişmekte olan ülkelerde dışa bağımlılık ve tüketimin giderek daha da artacak olması,
- Enerji kaynakları hem üretilirken hem de tüketilirken çevresel zararlar veren ve bu zararlarının ortadan kaldırılması zor ve maliyetli olan kaynaklar olduğu için uluslararası alanda bu yönde ortak politikalar alınmasını gerekli kılmaktadır.

Tüm bunlardan hareketle, petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil enerji kaynaklarının hem tükeniyor olması hem de çevreye verdikleri zararlardan dolayı rüzgâr, güneş ve hidrolik gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki oranının artması gerekli hale gelmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına ise çevreye neredeyse sıfıra yakın zarar vermesi nedeniyle talep artmaktadır. Ayrıca, iklim değişikliği ve Kyoto Protokolü çerçevesinde ülkelerin enerji politikalarında mevcut enerji kaynaklarına alternatif yenilenebilir enerji kaynakları büyük öneme sahip hale gelmektedir. Fakat tüm bunlara rağmen günümüzde halen yenilenebilir enerji kaynaklı üretim, geleneksel üretimden daha maliyetli olması sebebiyle istenilen seviyeye ulaşamamıştır (Yorkan, 2009: 34). Bununla birlikte, yenilenebilir enerji kaynaklarının ekonomik olarak kullanımının istenilen seviyeye ulaşması için gerekli olan teknolojiler son yıllarda ucuzlamaya başlamış ve teknolojiye bu gelişmeler sayesinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı sürekli bir artış göstermeye başlamıştır. Şekil 1.1.'de bu artışın grafik olarak gösterimi verilmektedir. Buna ilaveten, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımındaki artışın temel nedenleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir (UNEP, 2013: 11):

- Küresel olarak enerji tüketiminin artması,

- Fosil yakıtların belirli bir süre sonra tükenecek olması,
- Ülkelerin enerjiye olan bağımlılıklarını azaltma çabaları,
- Enerji güvenliği,
- İklim değişikliği,
- Çevre olan olumsuz etkileri.

Şekil 1.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanımı (IEA)



Kaynak: IEA, 2013.

Şekil 1.1.'de de görüldüğü gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı yıllar itibariyle artan bir seyir göstermektedir. Hidroelektrik, biomass ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talep özellikle son yıllarda yukarıda sayılan nedenlerden dolayı artmaktadır.

1.2.1. Hidrolik Enerji

Hidroelektrik santraller (HES), en temel anlamda suyun gücünü enerjiye dönüştüren sistemler şeklinde ifade edilmektedir. Barajlarda, akarsularda biriken suyun belli bir yükseklikten düşerken ki kinetik enerjisinin elektrik enerjisine çevrilmesi ile hidroelektrik enerjisi üretilmektedir. Günümüzde dünyadaki en yaygın yenilenebilir enerji kaynağı olan hidroelektrik enerjisinin miktarı, suyun akış hızı belirlenmektedir (Bozkurt, 2017: 33). Enerji üretiminde, yenilenebilir kaynaklar arasında en büyük paya sahip olan hidroelektrik enerji, 65 ülkenin en başta gelen enerji kaynağıdır. Dünya'da çalışan ilk hidroelektrik santral ABD Niagara'da kurulmuş, böylelikle dünya çapında hidro elektrik santral (HES)' lerin inşaatı başlamıştır. Küçük akarsulara kurulabilen, küçük yerleşim birimlerin elektrik

ihtiyacını karşılayan, teknik olarak kurulu gücü 10 MW dan daha az olan santrallere küçük hidroelektrik santral (KHES) denilmektedir (Honça, 2018: 35). Hidroelektrik enerji atık yaratmayan bir enerji türüdür. Ayrıca zararının olmamasının yanında, tarımsal alanların sulanmasını sağlama ve içme suyunun temin edilmesi gibi faydalarının da bulunduğu ifade edilmektedir. Fakat bunların yanında hidroelektrik santrallerinin akarsuların doğal dengesini bozduğu ve çevrenin doğal dengesine zarar verdiği de iddia edilmektedir. Hidroelektrik santrallerinin ilk kurulurken ki yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu ve inşaat sürelerinin uzun zaman aldığı fakat işletim giderlerinin bir hayli düşük olduğu görülmektedir (Çepik, 2015: 79).

Hidroelektrik enerjisinin avantajlarını sıralamak gerekirse (Bozkurt, 2017: 34);

- Sera gazı emisyonu oluşturmazlar,
- Diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi temizdir, hava ve çevre kirliliğine neden olmazlar,
- Kaynağı yenilenebilir ve sürekli var olan sudur,
- Üretim maliyeti çok düşüktür,
- Akan su imkânı oluşturulabilecek her yerde kurulabileceği için özellikle kırsal alanlarda elverişlidir ve bu da kırsalda istihdam oluşturup ekonomik ve sosyal yapının geliştirilmesine katkı sağlayabilmektedir,
- Teknik ömrü uzundur ve yakıt giderleri yoktur,
- İşletme giderleri de çok azdır.

Bunlara ilaveten, bu kaynağın en olumlu yönü çevreye zarar vermeden su buharı üretmesidir. Fosil yakıtlar gibi çevreye zarar vermez çünkü fosil yakıtlar gibi karbon üretmez. Çok amaçlı kullanılabilen bir enerjidir. Motor yakıtı olarak, elektrik üretiminde, bilgisayar ve cep telefonlarında güvenle kullanılabilir. Hidrojen

enerjisinden diğer yakıtlara göre daha fazla verim alınmaktadır. Hidrojen gazı doğal gaz borularıyla her yere taşınabilmektedir. Ayrıca her yerde üretilme durumu vardır. Diğer yakıtlara göre daha güvenlidir. Havadan daha hafif olduğu için herhangi bir kaçak durumunda hızla yükselerek atmosfere karışır. Bu olumlu yönlerinin yanında birtakım olumsuz yönleri de bulunmaktadır. En önemli sorunu diğer kaynaklara oranla daha pahalı olmasıdır. Hidrojen eğer alevli yanma işlemiyle kullanılmak istenirse, az miktarda NO_x meydana gelmektedir. Hatırlanacağı gibi NO_x sera etkisi oluşturarak küresel ısınmaya neden olan gazlardan biridir. Bunun sonucunda ısı açığa çıkmaktadır. Eğer su dışında elde edilmesi için başka kaynak kullanılırsa çevreye zarar veren gazlar oluşabilmektedir. Açığa çıkan gazlardan biriside karbondioksittir (Evli, 2018: 42).

Elektrik enerjisi üretiminde en önemli kaynaklardan biri olan ve birçok ülkede enerji ihtiyacının %25'inden çoğunu gideren hidroelektrik enerjisi, yaklaşık olarak 65 ülkenin elektriğinin %50'sini, 32 ülkenin %80'ini ve 13 ülkenin elektriğinin neredeyse hepsini karşılamaktadır (www.mmo.org.tr).

Tablo 1.3. Dünya Hidroelektrik Enerjisi Potansiyeli Durumu

	Brüt Teorik HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Teknik Yapılabilir HES Potansiyeli (GWh/yıl)	Ekonomik Yapılabilir HES Potansiyeli (GWh/yıl)	İşletmede		İşletmede (MW)	Planlama Aşamasında (MW)	Teknik Potansiyelin Kullanım Or.
				Kurulu Güç (MW)	Ort. Üretim (GWh/yıl)			
AFRİKA	~4 000 000	~1 750 000	~1 100 000	~21 590	~85 000	>4600	~87 000	4
ASYA (Rusya Fed. ve Türkiye dahil)	~19 000 000	~6 800 000	~4 000 000	~268 154	~933 300	>99 080	~271 000	13
AVUSTRALYA / OKYANUSYA	624 000	~200 000	~90 000	~13 470	~54 000	>3	~400.	27
AVRUPA (Rusya Fed.ve Türkiye hariç)	>3 260 000	~1 140 000	~786 000	~171 000	~555 740	>2400	~14 000	48
KUZEY VE ORTA AMERİKA	~7 200 000	~1 663 000	~1 000 000	~163 500	~666 900	>4442	~15 200	40
GÜNEY AMERİKA	~6 272 000	~2 815 000	~1 600 000	~121 990	~805 300	>15 670	~85 000	21
TOPLAM	~40 000 000	~14 368 000	~8 576 000	~760 000	~2 900 250	~126 200	~452 000	20
TÜRKİYE	433 000	216 000	150387	12 554	44 155	3 099	21 297	20
DÜNYA TOPLAMINA ORANI	% 1.06	%1	p	%1.73	%1.6	%3.19	%6.04	—

Kaynak: www.mmo.org.tr

Tablo 1.3.'de bölgeler bazında hidroelektrik enerji potansiyeli gösterilmektedir. Tüm ülkeler açısından tablodaki verilere bakıldığında, teknik potansiyelin %20'lik kısmının kullanıldığı ve halen kullanılmamış olan potansiyel kapasite imkanının olduğu görülmektedir (www.mmo.org.tr).

Türkiye yüksek ve engebeli arazilere sahip olmasından dolayı akarsuların çoğu dar ve derin vadilerden akar. Bu nedenden dolayı baraj yapmaya elverişli bir ortam oluşur. Hidroelektrik potansiyeli bakımından Türkiye Avrupa'da Rusya ve Norveç'ten sonra 3. sıradadır.

Türkiye de hidroelektrik potansiyelinin üçte biri Fırat Havzasında yer almaktadır, Dicle, Doğu Karadeniz, Çoruh ve Kızılırmak havzaları da Türkiye'nin hidroelektrik potansiyelini oluşturmaktadır. Türkiye'nin bu yüksek potansiyeline rağmen üretilen enerji miktarı azdır (Evli, 2018: 38).

Hidroelektrik enerjisi, Türkiye'de birincil enerji üretiminin %14'ünü karşılamaktadır, toplam tüketimininse %3,9'unu karşılamaktadır. Türkiye'nin enerji üretiminde sahip olduğu rakam 32.229 bin TEP (ton eşdeğer petrol), bu enerji üretiminin içinde hidrolik enerjisinin payı 4.501 bin TEP 'tir. Yani 114.480 bin TEP tüketimi yapılırken bu tüketimin 4.501 bin TEP'i (%3,9) hidrolik enerjisindendir. Türkiye'nin sahip olduğu hidroelektrik enerji kaynağı dünyanın %5'ine eşitken, Avrupa'nın %16'sına denk gelir. Potansiyel açısından Avrupa'da Norveç'ten sonra üçüncü sırada yer alır. Ülkemizin sahip olduğu 47.947 MW/yıl (megawatt/yıl) hidrolik kaynağının, 19.619 MW/yıllık bölümü işletmeye açılmıştır bu oran %41,3 lük dilime denk gelmektedir. 8.343 MW/yıl kapasiteli olarak yapımı başlayan 256 hidroelektrik santralin devreye girmesi ile potansiyelin kullanımı %58,9'a çıkacaktır. Ülkemizde ekonomik olarak hidroelektrik santrali hala kullanılmamaktadır (Evli, 2018: 38-39).

Ülkemizde iklime göre üretilen hidroelektrik enerjisinin oranları yıldan yıla farklılık göstermektedir. Hidrolik güç açısından Güneydoğu Anadolu projesi önem arz etmektedir. Eğer proje tamamlanırsa 19 HES'den 7476 MW kurulu güç ve 27 milyar kWh/yıl (kilowatt.saatt/yıl) elektrik üretilecektir (Evli, 2018: 39).

1.2.2. Güneş Enerjisi

Dünyamızın en büyük ışık ve ısı kaynağı olan güneş, çok önemli bir fonksiyona sahiptir. İnsanoğlu Güneş'in bu fonksiyonlarından geçte olsa, yapılan ve devam eden çalışmalarla umut vericidir. Dünya'ya uzaklığı 150 milyon km uzaklıkta olan ve 1,39 milyon km çapındadır. Sıcak gazlardan meydana gelen güneş, %95 oranında hidrojene sahiptir. Güneş'in çekirdeğinde bulunan ve hidrojen gazının helyuma dönüştürüp parçalanma (fizyona) dönüştüren ve bu dönüşme sonucu güçlü, tepkimeli enerjiye güneş enerjisi denmektedir. U tepkime neticesinde açığa çıkan enerji ise, ısınma yolu ile uzay boşluğuna yayılır. Bu enerjinin Dünyamıza gelen küçük bir oranı, insanoğlunun tüm enerjisini karşılayacak bir fonksiyona sahiptir.

Güneş enerjisi, gezegenimizdeki en bol yenilenebilir kaynaktır. Bu bolluğa rağmen insanlar tarafından kullanılan temel gücün yalnızca%0,04'ü doğrudan güneş enerjisinden kaynaklanmaktadır, çünkü bir fotovoltaiik (PV) panel kullanmak fosil yakıtları yakmaktan daha pahalıdır. Organik malzemeler son zamanlarda güneş enerjisi elde etmek için değil, daha verimli bir şekilde organik fotovoltaiik (OPV) malzemelerden elde edilen enerji üretimi diğer PV teknolojilerine göre önemli ölçüde daha düşük olacağı için yoğun bir şekilde PV uygulamaları için incelenmiştir (Moule, 2010).

Günümüzde, güneş enerjisi teknolojileri, ısı ve elektrik teknolojileri olmak üzere ikiye ayrılır. Güneş enerjisi ısı teknolojilerinde önce ısı elde edilir sonra bu ısı doğrudan veya dolaylı olarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılır. Güneş enerjisi ısı teknolojileri erişilen sıcaklık ve toplama yöntemleri açısından farklılık gösterir. Konut ve iş yerlerinde sıcak su elde etme amacıyla kullanılan, basit yapıları ve düşük maliyetleri sebebiyle tercih edilen düzlemsel toplayıcılarda 60-70 C sıcaklığa ulaşabilmektedir. Düzlemsel toplayıcıların dışında, güneş havuzları, güneş ocakları ve güneş kuleleri gibi sistemler de mevcuttur. Güneş enerjisi ısı uygulamaları konut ve sera ısıtma, ürün kurutma işlemlerinde de kullanılmaktadır. Bir başka Güneş enerjisi ısı teknolojisi ise güneşli soğutuculardır. Özellikle güneş enerjisinin yüksek olduğu mevsimlerde daha fazla ihtiyaç duyulan bu sistemler hem çevre dostudur hem de enerji tasarrufu sağladıkları için ekonomiktir (Honça, 2018: 28).

1.2.3. Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr, yeryüzünün yapısı ile ilişkili olan, genel olarak yatay şekilde gelişen hava hareketleridir ve diğer enerji kaynakları gibi kaynağını güneşten almaktadır. Diğer bir ifadeyle, güneşin yeryüzünü ısıtması ile meydana gelen hava hareketleri rüzgârı oluşturmaktadır. Rüzgârın sahip olduğu kinetik enerji önce mekanik daha sonra elektrik enerjisine dönüştürülür ve jeneratöre bağlı türbin milinin rüzgarla döndürülmesi sonucunda hava akımı elektrik enerjisine dönüşmüş olmaktadır. Rüzgârdan enerjisinin üretilmesinde, rüzgarın hızı ve rüzgar türbini kanatları süpürme alanının büyüklüğü doğrudan etki etmektedir (Mahmutoğlu, 2013: 19).

Rüzgâr enerjisi, fosil yakıtlarından elektrik üretilmesi sırasında oluşan çevresel sorunlar, rüzgâr enerjisi kullanımında görülmediği için rüzgâr enerjisine çevre dostu yenilebilir bir enerjidir. Dünyanın her noktasında şüphesiz ki rüzgârlar etkili olmaktadır; fakat rüzgârın enerjinin önemli bir kaynağı olarak görülmesi için belirli bir şiddette esmesi ve büyük oranda sürekli olması gerekmektedir (Çıtak ve Kılınç Pala, 2016: 87).

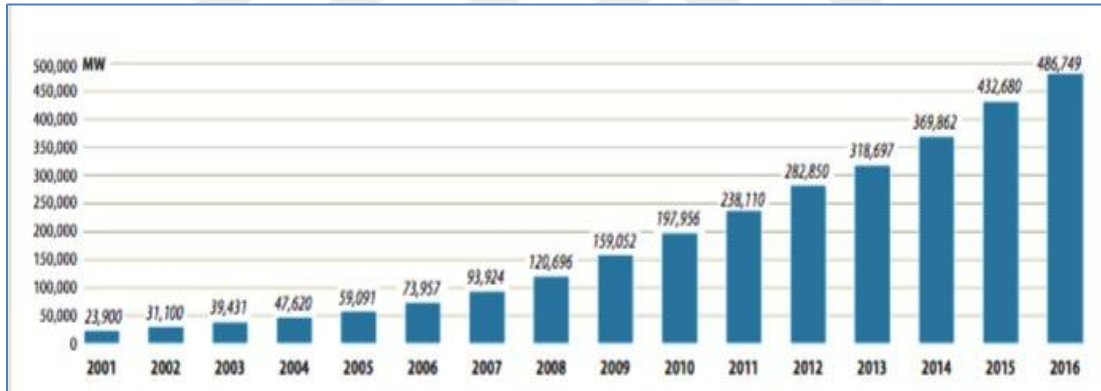
Dünyada başta ABD(Kaliforniya) ve Avrupa(Danimarka) olmak üzere Hollanda, Almanya, İngiltere, İtalya, Hindistan ve Çin gibi ülkelerde teknoloji geliştirilmesi ve ticari olarak üretim çalışmaları konusunda ulusal programlar oluşturulmuştur. Maliyetinin de son yıllarda hızla düşmesi ile birlikte rüzgar enerjisi YE piyasalarında daha rekabetçi bir konuma gelmiştir. Danimarka'da rüzgar tribünlerinden %40'tan daha fazla elektrik üretilmektedir. ABD ise 5 yıl öncesinden 2.5 kat daha fazla enerji üretmektedir. 2015 yılı sonunda rüzgar enerjisindeki ilk beş ülke; Çin (145.362 MW), ABD (74.471 MW), Almanya (44.947 MW), İspanya (23.025 MW) ve Hindistan (25.088 MW) şeklinde sıralanmıştır (Global Wind Energy Outlook, 2016: 11).

2015'in sonlarında toplam küresel kurulu rüzgar enerjisi 433 GW'tır ve 2016'a 60 GW daha kurulu güce eklenecektir. 2030 yılına kadar üretilecek küresel elektriğin %20'si rüzgar enerjisine ait olacaktır. Ayrıca, rüzgar gücü 2,110 GW olacak ve 2,4 milyon kişiye istihdam yaratacaktır. Buna ek olarak, yıllık 3,3 milyon

tondan daha fazla salgılanan karbondioksit emisyonu azalacak ve rüzgar enerjisi için yıllık €200 milyar yatırım yapılacaktır (Global Wind Energy Outlook, 2016b, p.11). 2016 yılı sonunda, dünyada 456,486 MW rüzgar enerjisi kapasitesi bulunmaktadır. Bu enerji kapasitesine 2016 yılının ilk 6 ayında 21,714 MW daha rüzgar gücü eklenmiştir. 2016 yılının ortasına kadar eklenen tüm rüzgar tribünleri ile birlikte dünya elektrik talebinin %4,7'si karşılanmıştır (Global Wind Energy Outlook, 2016: 11).

Rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisinin üretilmesi ve ticari olarak bu enerjinin pazarlanabilmesi için trafo merkezlerinin ve iletim hatlarının kurulması gibi bazı altyapı yatırımlarının yapılması gerekmektedir. Bu nedenle, rüzgâr türbinlerinin kurulması maliyetli bir yatırımdır, fakat, son yıllarda hükümetlerin teşvikleri ve düşen maliyetler yatırımların artmasını sağlamaktadır (Çepik, 2015: 74).

Şekil 1.2. Küresel Kümülatif Rüzgâr Gücü Kurulumu



Kaynak: GWEC Global Wind Statistics, 2016: 4.

Şekil 1.2. incelendiğinde, yıllara göre küresel kümülatif rüzgâr gücü kurulumu grafiğinde her yıl rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretmek için yapılan yatırımların arttığı görülmektedir (Çepik, 2015: 74).

Rüzgâr enerjisi üretiminde, özellikle ilk yatırım maliyetlerinin yüksek, kapasite faktörlerinin düşük olması, rüzgâr türbinleri için geniş alana ihtiyaç duyulması, gürültülü olması ve değişken miktarlarda enerji üretimi sağlaması gibi çeşitli dezavantajlarının olması yanında birçok avantajı da bulunmaktadır. Bu avantajları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Bozkurt, 2017: 37):

- Rüzgâr enerjisi, karbon emisyonu yoktur ve temiz enerji kaynağıdır,
- Ücretsiz ve sınırsızdır,
- Enerji elde edilen kuruluşlara bağımlılığı azaltır,
- Günümüzde karşı karşıya kaldığımız iklim değişikliği probleminin çözüm yollarından biridir,
- Dışa bağımlılığı azaltılarak enerji güvenliğine katkı sağlar,
- Dış kaynak bağımlılığı oluşturmeyen yerli bir enerji kaynağıdır,
- Yakıt ve enerjideki değişken fiyatlardan etkilenme riski bulunmamaktadır,
- İstihdam alanı yaratır ve bölgesel kalkınmanın hız kazanmasına katkıda bulunur,
- Modülerlik ve üretim tesisinin çabuk kurulabilme avantajına sahiptir,
- Çevre dostudur,
- Rüzgâr santrali içerisinde veya yakınında tarım ve sanayi faaliyetleri gerçekleştirilebilmektedir,
- Uygulama esnekliği bulunmaktadır.

Bu avantajlarının yanında rüzgar enerjisinin bazı dezavantajları da vardır. Bu rüzgâr enerjisi her zaman kullanılabilen bir enerji kaynak türü değildir. Rüzgârın enerji üretimi için etkin olarak esmediği zamanlarda yedek enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Ancak son dönemlerde azalan rüzgâr enerji kurulum maliyetleri azalması sebebiyle diğer enerji kaynaklarıyla rekabet edebilir hale gelmiştir. Rüzgâr enerjisinin yatırım maliyetlerinin azalmasıyla beraber günümüzde elektrik üretiminde kullanımını arttırmaktadır. Dünya genelinde yaklaşık 100.000 (MWe) kapasitedeki elektrik enerjisi ihtiyacı bu yolla karşılanmaktadır. Özellikle Almanya, İspanya ve Danimarka gibi Avrupa ülkelerinin rüzgâr enerjisi konusunda attıkları adımlar diğer ülkelerce yakından takip edilmektedir (Karalı, 2017: 27). Rüzgâr santralleri çevreye görüntü kirliliği vermekle birlikte kuş ölümlerine yol açması, gürültü yapması, radarlarda parazitler oluşturması gibi olumsuzluklar göstermektedirler. Rüzgâr türbinleri kurulduğu alanlarda ulusal elektrik hatları zayıftır. Bu da elektriğin taşınmasında sorun oluşturabilmektedir (Evli, 2018: 19).

1.2.4. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerin derinliklerindeki kayaların içerisinde birikmiş olan ısının akışkanlar aracılığıyla taşınarak rezervuarlarda depolanması neticesinde oluşmuş sıcak su, buhar ve kuru buhar ile kızgın kuru kayalardan yapay yollarla elde edilen ısı enerjisidir. Jeotermal kaynaklar, genellikle aktif kırık sistemleri ile volkanik ve magmatik birimlerin etrafında oluşmaktadır (enerji.gov.tr). Yeraltındaki bazı granit gibi sert kayaların oluşturduğu sistemler de bünyelerinde su içermemesine rağmen bir jeotermal enerji kaynağı olarak nitelendirilir (Külekçi,2009). Türkiye’de 170 adet jeotermal saha bulunmaktadır, bunlar 400’ün üzerindedir. Türkiye jeotermal ısı potansiyeli açısından Dünya’da 7. Avrupa’da ise 5. Sıradadır.

Jeotermal enerji potansiyelimiz yüksek entapili, orta entapili ve düşük entapili olarak üçe ayrılmaktadır. Ege ve Marmara bölgesinde yüksek entapili olan bölgelerimizdir. İç Anadolu ve Doğu Anadolu Bölgelerimizde ise orta ve düşük entapili kaynaklarımız mevcuttur. Dünya da jeotermal enerji potansiyeli 12.594 Megawatt olduğu düşünülmektedir. Jeotermal enerji birden fazla alanda kullanılabilen bir enerjidir. İzlanda’da da 1943 yılından beri konutların ısıtılmasında kullanılmaktadır (Evli, 2018: 34).

Verimi çok yüksek olan jeotermal enerjiden doğrudan elektrik üretilebildiği için maliyetler düşüktür. Hidroelektrik dışındaki termik ve diğer santrallerden daha ucuz olan, yenilenebilir, kesintisiz, yerli ve çevre dost bir kaynaktan elde edilen enerjiye göre daha ucuzdur. Özellikle son yıllarda gelişen teknikler sayesinde daha düşük sıcaklıklarda da elektrik üretimi yapılabilmekte, bu durum maliyetleri daha da aşağıya çekmektedir. Termik santrallere göre çok daha az çevre sorununa yol açan jeotermal santrallerde re enjeksiyon adı verilen geri pompalama yönteminin gelişmesiyle birlikte, kaynağın çevre sorunu hemen hemen hiç kalmamıştır. Jeotermal elektrik santrallerinde CO₂, NO_x, SO_x atımı çok düşük olup özellikle ısıtma sistemlerinde sıfırdır. Kömür katkılı santrallerdeki CO₂ atımı jeotermal santrallerine göre 1600 kat daha fazladır. Karbondioksit emisyonları açısından bir diğer karşılaştırma da doğal gaz ile yapılabilir. Doğal gaz jeotermalin en az 2000 katı daha fazla karbondioksit emisyonuna sahiptir. Ayrıca doğalgazın patlama, yangın,

zehirlleme gibi risklerine karşı jeotermalde bu tip risklerin hiçbirisi yoktur (Yörükoğlu, 2006:76).

Jeotermal enerji kullanımının olumlu yönlerinden ilki, fosil yakıtların kullanımının azaltılması ve asit yağmurları gibi çevre sorunlarına karşı önemli bir kaynak olmasıdır. Jeotermal enerjinin çevreye zarar vermemesi için uygun koşullarda kullanılması gerekmektedir.

Jeotermal enerjiden elde edilecek olan elektriğin birim maliyeti diğer kaynaklardan elde edilen birim maliyete göre daha ucuzdur. Jeotermal enerjinin ekonomik getirisi daha büyüktür. Çünkü ilk kurulum maliyeti yüksek olsa da işletme maliyeti düşüktür. Aynı zamanda jeotermal enerji ileri teknoloji gerektirmeyen bir kaynaktır. Güneş ve rüzgâr enerjisi gibi hava olaylarından etkilenmez. Doğrudan ısı enerjisi olarak da kullanılabilir (Evli, 2018: 37).

Bunlara ilaveten olumsuz yönleri ise, jeotermal akışkan içerdiği bor yüzünden suların ve toprakların kirlenmesine neden olmaktadır. Jeotermal enerji kullanımında alınması gereken önlemler alınmazsa çevre kirliliğine sebep olmaktadır. Jeotermal enerji kullanımında yaşanacak bir diğer sorun ise bu enerji yerinde kullanılmalıdır. Taşınması mümkün olmayan bir enerji kaynağıdır. Günümüzde jeotermal enerji, yaklaşık 100 km'lik mesafeye kadar taşınabilmektedir (Evli, 2018: 37).

1.2.5. Biokütle (Biomass) Enerjisi

Kavramsal olarak ele alınacak olursa, İngilizce biomas sözcüğü Türkçe 'ye biomas olarak aktarılmış ve biokütle olarak da tercüme edilmiştir. Bitkilerin fotosentez süreçleri sırasında kimyasal olarak, özellikle selüloz Şeklinde depo edilen ve daha sonra çeşitli Şekillerde kullanılabilen bu enerjinin kaynağı güneştir. Güneş enerjisinin biokütle biçimindeki depolanmış enerjiye dönüşümü, insan yaşamı için esastır (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005: 203). Biokütle yakıtları için bugün kullanılan en yaygın besin maddeleri mısır tahıl (etanol için) ve soya fasulyesi (biyodizel için). Uzun vadeli planlar, hızlı büyüyen ağaçlar ve otlar ve yosunlar gibi özel enerji bitkilerinin yetiştirilmesi ve kullanılmasıdır (Mohtasham, 2015: 1293).

Biokütle enerjisinin kendisine ait birtakım özellikleri bulunmaktadır. Ladanai ve Vinterbäck'e göre biokütle enerjisinin temel özellikleri aşağıdaki gibidir (Ladanai ve

Vinterbäck, 2009: 7):

- Kömür, petrol ve doğal gazdan sonra dördüncü büyük enerji kaynağı olması,
- Dünyadaki en büyük ve en önemli yenilenebilir enerji seçeneği olması,
- Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte kullanılması ve farklı enerji biçimlerine dönüşebilir olması,
- Diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına göre kesikli olmaması ve kolay depolanabilir olması,
- Hemen her yerde yetiştirilebilmesi, temiz, yenilenebilir ve çevre dostu olması,
- Üretim ve çevrim teknolojilerinin iyi bilinmesi, her ölçekte enerji verimi için uygun olmasıdır.

Biokütlenin elektrik üretimin de kullanmak, termik santraller ile eş değer bir sistem ile organik maddelerin dolaylı yoldan olmadan yakıp, bunun sonucunda oluşan ısı sisteminden buhar elde edilip, türbinleri döndürülmesi ve jeneratörlerden elektrik üretilmesi biçimde oluşmaktadır. Kentsel atıklardan enerji üretimi ise, çöplerin çürümesi ve oksijensiz mayalanma neticesine ortaya çıkan yanıcı biyogaz olan metan gazının kullanımı ile çöp termik santrallerinin çalıştırılması ile gerçekleşmektedir. Böylelikle hem atıkların depolanmasını ve kentsel atıkların enerji üretimine kullanılması mümkün olacaktır.

Biokütleden elektrik enerjisi üretilbildiği gibi yakıt üretmek de mümkündür. Çevre dostu biokütle yakıt alternatifleri biodizel ya da biomotorinlerdir. Biomotorin en popüler dizel yakıt alternatifidir. Ticari başarısı kanıtlanmış olan biomotorin, dizel motorlu araçlarda rahatlıkla kullanılabilir. Günümüzde birçok ülkede akaryakıt istasyonlarında ticari satışları mevcuttur. Biodizel ise yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen, petrol içermeyen, petrol kökenli dizel ile her oranda karıştırılarak ya da saf olarak dizelin kullanıldığı her yerde kullanılabilen bir biyoyakıttır. Biyoyakıt kullanımının giderek artmasıyla enerji tarımı kavramı ortaya çıkmıştır. Kanola ve soya tarımına önem veren tarım üreticisi hem ihtiyacı olan ucuz dizeli üretmektedir hem de milli ekonomiye katkı sağlamaktadır (Honça, 2018: 39-40).

Biokütle enerjisi kullanımının olumlu yönlerinden ilki, üretiminde atık

maddeler kullanılmaktadır. Bu sayede atıkların çevreye zararı önlenmiş olur. Biokütle enerjisi güneş ve rüzgâr enerjisi gibi kesintili değil sürekli kullanılabilen bir enerji çeşididir. Depolanarak ve taşınarak kullanılabilir. Biyogaz üretimi esnasında oluşacak atıklarla verimli gübre elde edilebilir. Yine biyogaz üretimde kullanılan bazı hayvansal atıklar sayesinde salgın hastalıkların önüne geçilebilir. Biokütle kaynağı için ağaç yetiştirilmektedir. Ve bu ağaçlardan biokütle enerjisi üretilmektedir. Bu sayede ekonomiye, enerjiye, sosyal hayata katkısı olan biokütle enerjisi doğalgaz ve petrole olan bağımlılığı da azaltmaktadır. Genel olarak biokütle enerjisi kullanımı; petrol ithalatının azalması, çevrenin korunması, yerel iş imkânı oluşturulması, enerji tarımının gelişmesi gibi avantajlar sağlamanın yanında, çöplerin depolanması ile görsel çevre kirliliğini de ortadan kaldırmaktadır.

Biokütle enerjisi kullanımının olumsuz yönleri ise, çevreye uyumlu bir kaynak olmasının yanında çevreye zarar verebilmektedir. Çöp depolanması sonucunda ise ortaya çıkan gazların patlama ihtimalleri vardır. En önemli sorunların başında insanların temel besin maddelerinden olan arpa, mısır, patates gibi ürünlerin çeşitli yollarla makineler tarafından tüketilmesidir. Çünkü çiftçiler insanların ihtiyacı olan besinler yerine biodizel ham maddesi ekmektedir. Bu sebepten dolayı gıda fiyatlarında artış yaşanmaktadır (Evli, 2018: 33-34).

1.2.6. Dalga ve Gel-Git Enerjisi

Dalga enerjisi, fibroflu plastik silindirlerle güçlendirilmiş, filaman camlı 1/7 prototip dalga enerji çeviricinin birbirine irtibatlandırılması ile meydana gelen silindirlerle elde edilmektedir. Her bir dalga geldiğinde çalışır ve bu dalgalar hidrolik motorlarla jeneratöre iletilerek enerji üretimi sağlanır. Dalga enerjisi, henüz sadece akademik düzeyde incelemeye tabi tutulmaktadır. Dünya çapında etkin ve etkili bir biçimde kullanılmamaktadır. Gel-git enerjisi ise, ayın çekim gücü nedeniyle ortaya çıkan gel-git hareketi sonucunda suyun yükselmesi ve alçalması ile oluşan kinetik enerjinin elektrik enerjisine dönüşmesi sürecidir (Özsabuncuoğlu ve Uğur, 2005: 201).

Yenilenebilir teknolojilerin içinde en çok önerilen enerji çeşidi dalga enerjisidir. Birçok yenilenebilir enerji kaynaklarından daha güvenilir olan dalga

enerjisi sadece enerji kaynaklarının içindeki en önemlisi ve güveniliridir. Dalga gücünde ise %90'larda elde edilen bir güce sahipken bu oran güneş ve rüzgâr enerjisinden elde edilen ile kıyaslanmayacak ölçüdedir. Bu enerji çeşidi kolay, doğal dengeyi koruyan, ucuz, temiz, saf ve çevreye etkisi olmayan bir enerji çeşididir. Ülkenin ekonomisine katkı sunan bir enerji kaynağı olan dalga enerjisi, teknolojinin imkânları ile kolayca elde edilmektedir. Dünya üzerinde düzenli bir dağılıma sahip olmayan dalga enerjisi daha çok 300-600 enlemleri arasında, batı rüzgarlarının da etkisiyle yoğunlaşmıştır (Tezcan Ün, 2013:1).

Kirletici etkisi olmayan, rüzgarlar estikçe ve Dünya-Güneş-Ay arasındaki çekim devam ettikçe varlığını sürdürecektir olan dalga enerjisinin bir diğer olumlu özelliği ise yakıt maliyetinin olmaması ve ömürlerinin uzun olmasıdır. Dalgakıran görevi de gören gel-git barajları aynı zamanda bulundukları havzayı sel taşkınlarına karşı korumaktadır. Her boyut ve güçte deniz yüzeyine kurulabilen santrallerin ilk yatırım maliyetlerinden başka girdisi de yoktur. Öngörülen enerji ihtiyacına göre boyutlandırılabilen sistemlerde büyük dalgalar maliyeti düşürür. Özellikle adalar için daha uygun olan bu santraller denize hiçbir kirletici atık bırakmazlar. Tüm bu olumlu özelliklerinin yanında, nehir ağzında ekosistem üzerinde önemli değişikliklere sebep olabilen dalga enerjisi santrallerinde her bir proje için Çevresel Etki Değerlendirilmesi yapılması gerekmektedir. Özellikle kıyı şeridi ve kıyıya yakın uygulamalarda gürültü ve görüntü kirliliği yaşanırken, kıyıdan uzak uygulamalarda ise denizcilik faaliyetleri zarar görebilmektedir. Su yüzeyinin büyük bir kısmının dalga enerjisi santralleriyle kaplanması deniz yaşamına zarar verirken, akım ve dalgalarındaki değişim yüzeye yakın yaşayan canlı türlerini doğrudan etkilemektedir. Aynı zamanda dalgakıran gibi davranan dalga enerjisi tesisleri, denizin durgunlaşmasına sebep olur, bu durumda deniz yaşamını ve balıkçılığı ters yönde etkilemektedir. Turizmin olumsuz yönde etkilenmemesi için dalga enerjisi santrallerinin yerinin de özenle seçilmesi gerekir (Honça, 2018: 41).

1.3. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi

Geleneksel enerji kaynakları olarak da tabir edilen fosil yakıtların kullanımı bu alanda rezerve sahip olmayan Türkiye gibi ülkeleri önemli ölçüde dışa bağımlı

kılmaktadır. Hali hazırda önemli bir ithalat kalemini oluşturan enerji, maliyetlerin yüksek seyrettiği dönemlerde enerji kaynaklı ithalat giderlerinin daha da yükselmesine neden olmakta ve ülkenin cari işlemler dengesine zarar verebilmektedir. Bu sorun, enerji maliyetlerindeki artış kaynaklı gerçekleşebileceği gibi, döviz kurundaki volatilitelerden kaynaklı olarak da ortaya çıkabilmektedir.

1.3.1. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yöneliş Nedenleri

Fosil enerji kaynaklarının arz güvenliğinin bulunmaması, bir diğer ifade ile rezervlerinin kısıtlı olması, sorunun bir başka boyutunu oluşturmaktadır. Enerji, yaşamın vazgeçilmezi olduğu için ortaya çıkabilecek herhangi bir arz kesintisi ya da arz güvenliğine karşı bir tehdit, yaşamın sekteye uğramasına neden olacaktır. Bu noktada, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi bir kere daha ortaya çıkmaktadır. Öyle ki, jeopolitik, jeolojik, teknik, ekonomik ve çevresel riskler gibi birtakım riskler yenilenebilir enerji kaynakları için ciddi ölçüde söz konusu olmamaktadır (Şentürk, 2018: 21).

Enerjiyi verimli kaynakların, kesintisiz, temiz, ehemmiyetli, ucuz, verimli ve çeşitlendirilmiş kaynaklardan kullanabilmek çok değerlidir. Ne yazık ki bugün kullandığımız birçok enerji kaynağı hem çok zarar vermekte hem de gittikçe azalmaktadır. Özellikle 20 yüzyılda kullanılabilecek ve her neye mal olursa olsun düşüncesiyle enerjilerin kullanılması ile hem çevreye hem de canlılara onarılması çok zor bir zarar uğratmıştır (Dikmen, 2009:21).

1.3.1.1. Enerji Arzının Sürekliliği

Fosil yakıtlarının kullanılmasıyla ve ele edilen enerjilerin, küresel ısınma, doğaya karşı felaketi, dışa bağımlılık, yüksek ithalat giderleri gibi çok önemli sağlık sorunlarını ve çevre sorunlarını beraberine getirmiştir. Başka bir olumsuzluk ise fosil yakıtlarının bitmesi ile gelecekteki insanların ne tür enerji çeşidini kullanacak olmasıdır.

Enerji kaynakları ve hammaddenin kullanım kapasiteleri çok sınırlı olmasına değin; teknolojik ürünlerin her geçen gün hayatımıza daha fazla girmesi ile hammadde ve enerji kaynağına olan ihtiyaç her geçen gün artmıştır. Bu olay ise insanların yeni enerji kaynaklarını bulmasına zorlamıştır. Şu an olan doğalgaz, kömür, petrol vb. enerji kaynaklarının artan teknolojik gelişmeler ile bu kaynakları ihtiyacın artması ve nüfus artışına paralel olarak bu kaynakların her geçen gün azalmış ve azalmaktadır. Bu neden ile yenilebilir ve yerel doğal zenginliklerine sahip ülkelerin kullanımları ve tüm dünyanın bu kaynaklara gereksinimlerinin olmasının dolayı hayati bir önem taşır. Bu bağlamda enerji güvenliliğini, sürekliliğini ve enerji çeşitlendirilmesini sağlamak amacı tüm dünyada vazgeçilmez bir hale gelmiştir. Bu sebeple yaşadığımız çevre ve enerji üretimi arasında olan ilişkinin sebep olduğu olumsuz neticelerin tedbiri zorunluluğu doğmuştur. Günümüze enerjinin temiz ve güvenilir kavramını içeren bir şekle yeniden yapılanmasını ve tanımlanması benimsenmektedir (Ağaçbiçer, 2010: 46).

Enerjinin bir kaynağında olabilecek kesilme, azalma ve tükenme gibi aksaklıklara karşı tedbir almak, dış kaynaklara bağımlılığın önüne geçmek ve enerji çeşitliliğini fazlaştırmak, enerjinin tek elden olmasını önlemekle olanaklı hale gelmiştir. Yenilebilir enerji kaynaklarının kullanılması ile:

- Dışardan alınan yakıtlar olan ihtiyaç azaltılacak,
- Öz ve yerli kaynaklar ilk sırada yer alacak,
- Ülkeler yerli üretim neticesine işsizlik azalacak,
- Sürdürebilir ekonomik gelişme ve büyümeye olanak sağlanacak,
- Enerji arz güvenliğini artacak,
- Enerji isteğini karşılama da sağlanmış ehemmiyetlikle enerji kullanan sektörleri hem yatırım yapmaya teşvik hem de olumlu yönde etkileyecektir,
- Tüketim ve üretim de sağlanan ehemmiyet ortamıyla istikrar artmış olacak,
- Ekonomik ve sosyal refah yükselecektir (Honça, 2018: 47).

1.3.1.2. Sosyal ve Ekonomik Nedenler

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasının önemli nedenlerinden biri de sosyal ve ekonomik nedenlerdir. Her santral tipi için enerji kullanmak amacı ile tüm incelikler dikkate alınıp bütün maliyetler hesaplanmalıdır. Detayların bazıları ise; atıkların yok edilmesi, işletme ve üretimdir. Tüm bu değerler dikkatle incelendiğinde, yenilebilir enerji kaynakları ekonomik yönden avantaj olacaklarını göreceklerdir. Üretilen yenilebilir enerji kaynaklarında şebekeye bağlanmadan dağıtım ve iletim hatlarının olanağına sahip, küçük ölçekli ya da erişimin zor olduğu enerjiye gereksinim sebebiyle hat yapımının zor olduğu yerlere enerji üretimi bu yollarla kolaylıkla yapılabilir. Mesela rüzgâr gücü veya güneş gücü, kırsal bölgelerde evlerin dağınık olmasıyla bu güçler uygun olabilmektedir. Devletlerin enerji kabloları bu bölgelere yapılardan dolayı çok zor olduğu için ilk yatırımları bu ölçekli enerjiler olmalıdır (Arslan, 2008:17).

Yenilenebilir enerji kaynakları ülkenin çeşitli bölgelerinde dağınık bir biçimde bulunduğundan, ekonomik ve sosyal açıdan gelişmemiş, sanayinin geri kaldığı coğrafi bölgelerde uygulanma potansiyeline sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması sonucu üretimi teşvik edilmiş olan ekonomik uygulamalardaki artış, örneğin uzak tarım sektörünün geliştiği bölgelerde biyoenerji ürünlerinin ekimi (enerji tarımı), güneş ya da rüzgâr potansiyeli yüksek olan bölgelerde bu enerji kaynaklarının kullanılması sonucu artan kalkınma düzeyi ile beraber önceden az gelişmiş olan bölgelerin rağbet görmesine ve gelişmesine neden olabilir. Böylece bölgeler arası gelişmişlik farkının giderilmesinde, ekonomik ve sosyal dengesizliğin azalmasında yenilenebilir enerji kaynakları etkili olabilir.

Üzerinde durulması gereken çok önemli bir konu da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaşması için toplumsal destek sağlanmasıdır. Her şeyden önce, bu kaynaklardan üretilen enerjinin özelliklerinin insanlar tarafından bilinmesi, yararlarına inanılması kısaca yenilenebilir kaynaklar lehine bir kamuoyu bilincinin ve duyarlılığının oluşturulması gerekmektedir (Gedik, 2015: 101).

1.3.1.3. Çevresel Nedenler

Yenilenemeyen enerji kaynaklarından doğan çevresel problemlerin çözümleri, çevre dostu ve yenilenen enerji kaynaklarının tercih edilmesinden geçmektedir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının elde edilmesi sırasına meydana gelen, CO2 emisyonunun fazlalığına bağlı ozon tabakasının incilmesi veya sera etkisi, ozon tabakasında delinme, asit yağmurları neticesine ormanların kaybedilmesi ve tüm bunların neticesinin meydana getirdiği meraların kaybı, ormanların yok olması, yer altı sularında azalma, iklim değişikliği, doğal çevrenin bozulması ve bozulmalar sonucunda oluşan, kuraklık, sel, heyelan, su baskını, ilkim kuşaklarının değişmesi, bunlara bağlı hayvan ve bitki türünün yok olması, ürünlerin azalması, kazalar, iş hastalıkları ve kalıtsal değişimler, hastalıklar vb. olmaktadır. En önemlisi burada bu enerjilerin çevreye, topluma ve insanlığa verdiği zarardır. İnsanların sağlık problemleri gittikçe artmış ve bu olayın çok büyük bir önem taşıdığı görülmüştür. Bu bağlamda enerji ve çevrenin ilişkilerini sağlam, doğru ve güvenilir bir şekilde sürdürmek gerekmektedir (Honça, 2018: 49).

1.3.1.4. Enerji – Çevre İlişkisi

Yenilebilir enerjinin kullanılması için üzerinde durulması gereken en önemli bir konuda toplumsal konudur. Bunun için toplumsal destek sağlanmalıdır. Her şeyden önce bu kaynakları kullananların insanlar tarafından kullanılması ve bu kaynaklardan insanların yararlandığının bilinmesidir. Kısaca yenilebilir enerji kaynakların yararları hakkında, toplumda bir bilinç ve duyarlılık yaratılması gerekir (Honça, 2018: 48).

Çevre ve enerji, arasındaki ilişkinin ortaya konulabilmesi için ilk olarak; yenilebilir enerji kaynaklarının yönelişini ve çevresel nedenlerini açıklamak gerekmektedir. Bu bağlamda ilk olarak çevrenin tanımlanmasının yapılması gerekir. Buna bağlı olarak da çevre-enerji ilişki doğru bir şekilde anlaşılacaktır. Canlı varlıklar ve insan faaliyetlerinin üzeninde yaptıkları, belirli bir süre ya da hemen içinde dolaysız ya da dolaylı yönden etkide bulunan ve toplumsal, fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkenlerin belirli bir zamanda ki toplamına çevre denir. Enerji, bu

toplamı etkilen en önemli ögedir Enerji kavramı, ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmasında, sanayileşmesinde vazgeçilmez ve çok önemli bir faktördür (Mutlu, 2013:110).

Çevre ve enerji arasında bulunan ilişkiyi incelendiğinde bu iki değerin birlikte değerlendirilmesi ve bir bütün oldu görülür. Yenilenmeyen enerjilerinden doğan çevresel problemlerin çözümleri, çevre dostu ve yenilenen enerji kaynaklarının tercih edilmesinden geçer (Honça, 2018: 49).

1.3.1.5. Enerjinin Çevre ve İnsan Sağlığına Etkileri

Tüm insan faaliyetleri, doğal çevreyi etkilemiştir. Bu faaliyetlerinin en tesirliileri ise enerji alanlarında kullanılandır. İnsanların etkinlikleri, doğrudan etkilenen hale gelmiş; iklim çeşitliliği ve değişikliği, ilk sıralarda enerji üretimi olmak üzere farklı insan etkinlikleriyle adlandırılır olanağına gelmektedir. Yenilebilen enerji kullanımıyla insanlar hem sağlıklarını hem de hayvan ve bitkileri yaşamlarını olumsuz yönde etkileyip, tehdit hale gelmiştir (Bayındır, 2010:46). Yenilebilir enerji kaynakları açısından, yenilenmeyen enerji kaynaklarını kullanılması daha zor ve elverişsiz olmuş ve yenilebilir enerji kaynakları ön plana çıkmıştır. Yenilebilir enerji kaynaklarının çevreye verdiği zarar düşünüldüğünde; yenilenmeyen enerji kaynaklarına göre kat kat daha üstün durumdadır. Yenilenemeyen enerji kaynakları hava kirliliğine, insan sağlığına, çevrenin bozulmasına, insan hayatındaki değişimleri gibi zarar vermektedir. En az zarar veren yenilebilir enerji kaynakları ve bu kaynakların en az zarar verenleri güneş enerjisi ve hidrojenidir. Bunları deniz-dalga, biyo kütle ve jeotermal enerjisi izlemektedir (Savrul, 2010:103).

Güneş, doğal dengenin devamı için, gün içerisinde atmosferin içine ısı ve ışığını vermekte ve bu ısının ise belli ölçüdeki miktarı tekrar uzaya dönmesi gerekirken, sera etkisi bu dönüşü engellemekte ve dünyanın gerekenden daha fazla ısınmasına yani küresel ısınmaya yol açmaktadır. Bu da iklimin değişmesine ve bozulmasına neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı bütün bu iklim değişikliğine neden olan etmenlerin ortadan kalkmasına olanak sağlamaktadır (Gedik, 2015: 105).

İklim değışikliğinin, insan sağlığı üzerinde çoğunlukla ölümlere de neden olabilecek düzeyde olumsuz ve geniş bir etkiye sahip olabileceği bilinmektedir. Bu etkiler doğrudan olabileceği gibi dolaylı yollardan da ortaya çıkabilir. Kalp-damar ve solunum hastalıklarından kaynaklanan ölümler ve sıcak hava dalgalarının şiddetindeki ve sresindeki artışlar nedeniyle oluşan hastalıklar, dolaylı etkilerin başında gelmektedir. Taşkınlar ve fırtınalar gibi aşırı hava olaylarındaki artışlar, ölüm, yaralanma ve psikolojik hastalıkların ortaya çıkma oranlarında bir yükselme ve tatlı su varlığında bir kirlenme oluşturabilecektir. İklim değışikliğinin dolaylı etkileri, malarya (sıtma), bazı virüs kökenli beyin iltihapları gibi enfeksiyon salgınlrının taşınma potansiyelindeki artışları içermektedir. Enfeksiyon hastalıklarındaki olası artışlar, esas olarak taşıyıcı organizmaların etkin olduğu coğrafı alanların sınırlarındaki ve mevsimlerdeki genişlemeden kaynaklanmaktadır (Ağaçbiçer, 2010).

1.4. Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının zellikleri

Yenilenebilir enerji üretimde olan amacın gerçekleşmesi için önemli lde bir payı olan bir öncelik karşımıza çıkar. İnsanlığın gelişiminde önemli bir payı olan enerji süreci çok farklı bir rolü vardır. Bu yönde enerjinin geri dnlmeyen yolları açmadan, çevreyi kirletmeden, kuşaklar arası eşit dağıtımı anlayışı ile ekolojik dengeyi hasara uğratmadan uygun bir şekilde kullanımı için yenilenebilir enerji kaynağının ehemmiyetini her geçen gün yükseltmektedir.

Başta CO₂ olacak şekilde sera etkisini yapan gazların oranı atmosfer içinde hızla artmaktadır. Bu bağlamda meydana gelen fosil yakıtlarının devamlı olarak tüketilmesi ve zararlar canlıları ve insanları sürekli olarak tehdit eden bir olaya gelmiştir. Bu bağlamda günümüzün en önemli hedefleri arasında; enerji kaynaklarından sağlanan enerji üretiminin yüksek randımanla ve temiz teknolojilerle gerçekleştirilmesi, fosil yakıtların, evre dostu yeni teknolojilerle değerlendirilmesi, yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtların ikamesi haline getirilmesi, bir üretim sürecinde atık olarak ortaya çıkan enerjinin ikinci çevrimde girdi olarak kullanılabilirliğinin sağlanması ve iktisadi büyümeyle bütünleştirilmesi sayılabilir. Küresel ısınmanın dünya gündemindeki yerini koruması ve fosil yakıtların

azalmasıyla beraber alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi de artmaktadır.

Ülkemizde kömür ve hidrolik kaynakların zengin ve çeşitliliği yenilenebilir ve temiz enerji potansiyelleri, sanayi gücü, dinamik nüfus, enerji piyasalarının liberalleşmesi, enerji kaynaklarının çeşitliliği, modernleşme yönündeki atılımları, yeni teknolojilerdeki yararlanabilecek toryum, bor gibi strateji kaynakların varlığı, yetişmiş insan gücü, yatırım potansiyeli, birçok enerji kaynağında olan farklılıklar gibi yararlı birçok fonksiyona sahip olmak ile beraberinde yabancı ve yerli sermaye girişinin azlığı, mevzuattan kaynaklı ve altyapıdan kaynaklı eksiklikler, yabancı ve yerli kaynakların azlığı, kurumlar arası eş güdüm eksikliği , teşviklerin yetersizliği ve ar-ge çalışmaları ile alakalı kaynakların yetersizliği, uzman ve kurumun eksikliği, ara elamanların fazla olmayışı bu ve bunlar gibi nedenlerden dolayı enerji sektöründe yavaşlama meydana gelmektedir.

Ülkemizin ekonomisinin en büyük problemi, senelerdir büyümekte olan cari açık olmaktadır. Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı bunun en büyük nedenini oluşturmaktadır. Ülkemizde enerji bağlamında dışa bağımlılık % 66'lık bir orana sahip olup, neredeyse doğalgaz ve petrolün tamamı, kömürde ise 5/1'lik bir oranla ithal edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak bu yolu en kısa yoldan çözüm üretebiliriz. Bu bağlamda enerji arzı içindeki oranı yenilenebilir enerji kaynakları ile kapatabiliriz (Honça, 2018: 52).

Özetle çalışmanın birinci bölümünde enerji kaynakları, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları ifade edilmiş olup yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ve özellikleri incelenmiştir. İkinci bölümde ise, doğada fazlasıyla bulunan, devamlı ve ücretsiz bir kaynak olan en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi açıklanacaktır. Bu doğrultuda, güneş enerjisinin tarihçesi, kullanım alanları ve teknolojileri ayrıntılı bir şekilde incelenecektir.

İKİNCİ BÖLÜM

GÜNEŞ ENERJİSİ

Günümüzde kullanımı artmaya başlamış olan yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisi sürdürülebilir gelişim için gereken enerji ihtiyacının temel alternatiflerinden biri olarak giderek gelişim gösteren bir sektör olmaya devam etmektedir. Güneş enerjisinin sınırsız ve ücretsiz olmasının yanı sıra fosil yakıt kaynakların çevreye verdiği zararları barındırmaması ona olan talebi artırmaktadır. Bu sebeple, araştırmada güneş enerjisi ve kullanımı ayrıntılı şekilde ele alınmaktadır.

2.1. Güneş Enerjisi ve Tarihçesi

Dünyadaki en önemli enerji kaynağı Güneştir. Güneş ışını, yeryüzü ve atmosfer düzenindeki fiziksel oluşumları etkileyen başlıca enerji kaynağı olanağıdır. Dünyadaki madde ve enerjinin akımı bu sayede mümkün olmaktadır. Rüzgâr, deniz dalgası, okyanusta sıcaklık farkı ve biyokütle enerjileri, güneş enerjisini de geçirmiş biçimleridir. Ayrıca doğada su döngüsünün oluşmasında da etki eder ve hidroelektrik enerjisini oluşturur. Doğal enerji kaynaklarındaki farklılaşmanın birçoğunun kökeni olan güneş enerjisinden, sıcaklık ve elektrik elde ederek doğrudan yararlanılmaktadır (Ültanır, 1996: 55).

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile (hidrojen gazının helyuma dönüşmesi) açığa çıkan ışıma enerjisidir. Dünya atmosferinin dışında güneş enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m^2 değerindedir, ancak yeryüzüne ulaşan miktarı atmosferden dolayı $0-1100 \text{ W/m}^2$ değerleri arasında değişim gösterir. Bu enerjinin dünyaya gelen küçük bir bölümü dahi, insanlığın mevcut enerji tüketiminden kat kat fazladır. Güneş enerjisinden yararlanma konusundaki çalışmalar özellikle 1970'lerden sonra hız kazanmış, güneş enerjisi sistemleri teknolojik olarak ilerleme ve maliyet bakımından düşme göstermiş, çevresel olarak temiz bir enerji kaynağı olarak kendini kabul ettirmiştir. Dünya ile Güneş arasındaki mesafe 150 milyon km'dir. Dünya'ya güneşten gelen enerji, Dünya'da bir yılda kullanılan enerjinin 20 bin katıdır. Güneş ışınımının tamamı yer yüzeyine ulaşamaz, %30 kadarı atmosfer tarafından geriye yansıtılır. Güneş

ışınımının %50'si atmosferi geçerek dünya yüzeyine ulaşır. Bu enerji ile Dünya'nın sıcaklığı yükselir ve yeryüzünde yaşam mümkün olur. Rüzgâr hareketlerine ve okyanus dalgalanmalarına da bu ısınma neden olur. Güneşten gelen ışıınının %20'si atmosfer ve bulutlarda tutulur. Yeryüzüne gelen güneş ışıınının %1'den azı bitkiler tarafından fotosentez olayında kullanılır. Bitkiler, fotosentez sırasında güneş ışığıyla birlikte karbondioksit ve su kullanarak, oksijen ve şeker üretirler. Fotosentez, yeryüzünde bitkisel yaşamın kaynağıdır. Güneş, nükleer enerji dışındaki bütün enerjilerin dolaylı veya direkt kaynağıdır (<http://www.yegm.gov.tr>, 2011).

Güneş enerjisi çevresel etmenler göz önüne alındığında fosil yakıtlara göre çok daha temiz bir enerji kaynağıdır. Dünya yüzeyine her yıl gelen güneş ışığı enerjisi, dünyada şu ana kadar belirlenen fosil yakıt kaynaklarından 160 kat fazladır. Ayrıca dünya üzerindeki güneş dışındaki enerji kaynaklarına ait tesislerin bir senede üretebileceğinden 15.000 kat daha fazla enerji üretebilmektedir. Bu bağlamda güneş enerjisinin bulunması yeterli olmamakta çözülmesi gereken problem bu enerjinin kullanılabilir bir enerji türüne dönüştürülmesi gerekmektedir (Şen, 2002: 25).

Güneş enerjisi doğada fazlasıyla bulunan, devamlı ve ücretsiz bir kaynaktır. Ayrıca fosil yakıt kaynaklarının ortaya çıkardığı çevresel sorunların pek çoğunun güneş enerjisi üretiminde bulunmaması bu enerjiyi çevreye zarar vermeyen ve sürdürülebilir hale getirmektedir. Fosil yakıt kullanımının dayandığı yanma teknolojinin kaçınılmaz ürünü olan karbondioksit (CO₂) yayılımı (emisyonu) sonucunda, atmosferdeki CO₂ miktarı, son yüzyıl içinde yaklaşık 1,3 kat artmıştır. Önümüzdeki 50 yıl içinde, bu miktarın, bugüne oranla 1,4 kat daha artma olasılığı vardır. Atmosferdeki CO₂ neden olduğu sera etkisi, son yüzyıl içinde dünya ortalama sıcaklığını 0,7 °C yükseltmiştir. Bu sıcaklığın 1 °C yükselmesi, dünya iklim kuşaklarında görünür değişimlere, 3 °C düzeyine varacak artışlar ise, kutuplardaki buzulların erimesine, denizlerin yükselmesine, göllerde kurumalara ve tarımsal kuraklığa neden olabilecektir. O halde, bu durumda enerji kullanımından vazgeçilemeyeceğine göre, güneş gibi doğal ve alternatif olabilecek kaynaklara yönelmesi gerekecektir (Varank ve Varınca, 2005: 1).

Güneş enerjisinin kullanımı için yapılan araştırmalar oldukça eski zamanlara kadar gitmektedir. İlk olarak Sokrat (M.Ö. 400) evlerin güney tarafına daha çok pencere yapılarak güneş ışınlarının içeri girmesi gerektiğini belirtmiştir. Arşimet (M.Ö. 250) içbükey aynalar yardımıyla güneş ışınlarını odaklayarak Sicilya'yı kuşatan Roma İmparatorluğu gemilerini ateşe vermek için güneşi yansıtan bronz kalkanlar kullanmıştır. Çalışmalar 17. yüzyılda Galile'nin merceği keşfetmesiyle gelişim göstermiştir. İlk olarak 1725'de Belidor tarafından güneş enerjisi ile çalışan bir su pompası icat edilmiştir. Fransız bilim adamı Mouchout 1860'da parabolik aynalar yardımı ile güneş ışınlarını odaklayarak ufak çaplı bir buhar makinesi sayesinde suyun kaynaması için gerekli olan ısıyı güneş enerjisinden elde etmiş ve kaynama sonucu oluşan buharla bir türbini çalıştırmıştır. Bu sistem dünyada güneş enerjisiyle çalışan ilk sistemdir. 1880'de ise güneşten ve yıldızlardan gelen ışığın şiddetini ölçmeye yarayan bolometre icat edilmiştir. 1883'te Amerikalı mucit Charles Fritts, selenyum katmanlardan oluşan ilk güneş pilini tanıtmıştır. 1891'de ABD Baltimore'da Clarence Kemp, güneş enerjisi ile çalışan ilk su ısıtıcısının patentini almıştır. 1905'lerde Albert Einstein, görelilik kuramı içerisinde fotoelektrik etki ile ilgili bir makale yayınlamıştır. (Fotoelektrik hakkındaki teorileri ile 1921'de Nobel Ödülü kazanmıştır) Fotoelektrik etki, 1918'de Robert Millikan tarafından deneysel olarak ispat edilmiştir. Eski saraylara özellikle (Dolmabahçe Sarayı) çok sayıda ayna bulunması da güneş ışınının etkin kullanımına bir örnektir (Karataş, 2009: 99).

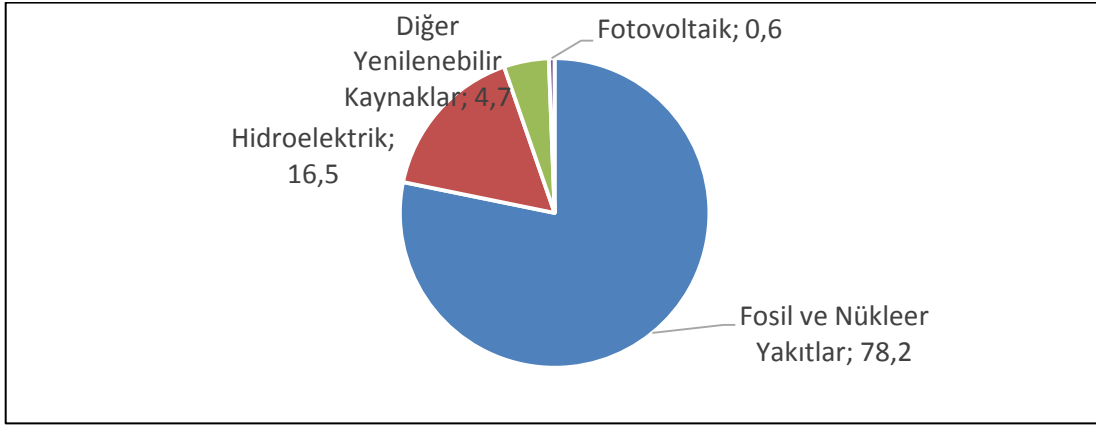
Birinci dünya savaşı sırasında önemi giderek artan petrol ile güneş enerjisi çalışmaları azalma eğilimi göstermiştir. Savaştan sonra tekrar artış gösterse de 1960'lı yıllara kadar uygulama sahası bulamamıştır. 1960 yılında baş gösteren petrol krizi ile alternatif enerji kaynaklarına yönelim başlamış olup, bu doğrultuda temiz olması ve ücretsiz olması sebebiyle çalışmalar güneş enerjisi üzerinde yoğunlaşmıştır.

H. Buchberg ve J.R. Roulet adlı bilim adamları güneşi kolektörü ve deposu ile komple bir modül yaparak, maliyetleri düşürmek üzere çalışmışlardır. Oluşturdıkları modülün fiziki olarak yeterliliğini araştırmışlardır. Y. Jalurai ve S.K.

Gupta adlı bilim adamları güneş ışınının depolanması üzerine incelemeler yapmışlardır (www.gunessistemleri.com, 2012).

1980’li yıllardan itibaren fotovoltaik enerji sistemleri dünyanın farklı bölgelerinde devreye alınmaya başlanmıştır. Bu sistemlerin enerji modellemeleri, kontrolü, optimizasyonu ve maliyet analiz çalışmaları; enerji politikaları içindeki önemi ve çevresel etkileri hakkında teorik incelemeler yapılmıştır (Yılancı, 2008:18). Güneş enerjisi sayesinde elektrik enerjisinin üretilmesi ilk olarak 1883 yılında keşfedilmiş olup, ilk güneş pili satışı ise 1956 yılında başlamıştır ve 1990’lı yıllardan sonra güneş enerjisi üretme maliyetlerinin düşmesiyle kullanım alanı genişlemiştir. Özellikle günümüzde teknolojinin de gelişmesiyle kullanımı artan yenilenebilir enerji kaynaklarının en önemlilerinden biri olarak görülmektedir. İlk güneş santrali 1970 yılında ABD’de California-Mojave çölünde kurulmuştur (Çepik, 2015: 76). Güneş enerjisinin ticari faaliyetleri ilk kez ABD’de başlamıştır. A. Eneas, 1892’de güneş makinesi deneylerine başlamış, 1900 yılında dünyanın ilk güneş enerjisi şirketini (The Solar Motor Co.) kurmuş ve çalışmalarını 1905’e kadar sürdürmüştür (Çeçen, 2018: 90). İlk sanayi tip enerji üretimini 1984’de ABD’de Luz Co gerçekleştirmiştir. 2000’li yıllara gelindiğinde ise güneş enerjisi üzerine yapılan çalışmalar ve yatırımlar hızlı bir şekilde artış göstermiştir. Fotovoltaik panel üretimi büyük bir ilerleme kaydetmiş ve 2006 yılında dünyadaki fotovoltaik panel üretimi yapan tesislerin kurulu gücü 2.520 MWp seviyesine gelerek 12 Milyar Euro’luk pazar büyüklüğüne ulaşmıştır. Fotovoltaik güneş enerjisi sistemleri 2000’li yıllarından bu yana dünyada en hızlı büyüyen yenilenebilir enerji sistemleridir. 2000’lerde dünyada faal olan 1,5 GW güneş enerjisi sistemi varken 2010 yılında bu rakam 40 GW olmuştur (Saner, 2015: 16).

Şekil 2.1. Küresel Elektrik Talebi İçinde Fotovoltaik Teknolojilerin Yeri



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Şekil 2.1. incelendiğinde, Dünyada elektrik tüketim değerleri içerisinde güneş enerjisinin payı 2012 yılında % 0,6 düzeyinde gerçekleşmiş olduğu görülmektedir. Bu oran tüketimin geneline bakıldığında az görünse de 2008 yılında tüm dünyada 1000’den fazla büyük ölçekli fotovoltaik santral kurulmuştur. Aynı yıl İspanya’da 590, Avrupa’da 800, Amerika’da 400 fotovoltaik güneş enerjisi santrali açılmıştır. Bu tesislerle birlikte dünya üzerindeki büyük ölçekli santral sayısı 2000 civarına yükselmiştir. Bu gelişmeler ışığında önümüzdeki yıllar değerlendirildiğinde 2050 yıllarında dünyada tüketilen elektrik enerjisinin %15’inin güneş enerjisi kaynaklı olacağı tahmin edilmektedir.

Güneş enerji santralleri 2014 yılına göre %25 büyümeye ile en çok gelişen yenilenebilir enerji kaynağı olmuştur. 50 GW’lık yeni üretim tesisinin kurulmasıyla toplam kapasitesi 227 GW’a ulaşmıştır. Çin, ABD ve Japonya yıl içinde mevcut kapasitelerini en çok arttıran ülkeler olarak kayda geçmiştir. İtalya %7,8, Yunanistan %6,5, ve Almanya %6,4 ile mevcut enerji talebini, güneşten karşılayan ülkeler olarak dikkat çekmektedir. Ayrıca Hindistan başta olmak üzere Latin Amerika ve Ortadoğu da güneş santralleri bakımından büyük yatırımlar olmuştur. CSP’de (Yoğunlaştırılmış Güneş Enerjisi) 2015 yılında %10 büyümeye görülmüştür. Fas (160 MW), Güney Afrika (150 MW) ve ABD’de (110 MW) yeni tesislerin devreye alınmasıyla mevcut kapasitesi 4,8 GW’a ulaşmıştır. CSP kapasitesi 2015 yılı sonunda, Fas’ta 350 MW, Güney Afrika’da 200 MW, İsrail’de 121 MW, Şili’de 110 MW, Suudi Arabistan’da 100 MW, Çin’de 50 MW ve Hindistan’da yapım aşamasında

olmak üzere 25 MW'a ulaşmıştır. Ar-ge çalışmalarıyla CSP teknolojisinde gelişmeler meydana gelmiştir (Haydaroglu, 2015: 3).

Yakın zamana kadar sadece zengin ülkelerde kullanılan güneş enerji santralleri şimdilerde, tüm dünyada enerji talebini karşılamak için önemli katkılar sağlamaktadır. Yeni hükümet programları ve teşvikleri, elektriğe artan talep, ülkelerin güneş santralleri potansiyellerini keşfetmeleri, artan rekabet ve fiyatların düşmesi bu enerji sektörüne yatırımları arttırmıştır. 2015 yılında dünya da devreye alınan güneş santrallerinin %60'ı sadece Asya kıtasında kurulmuştur (Haydaroglu, 2015: 7).

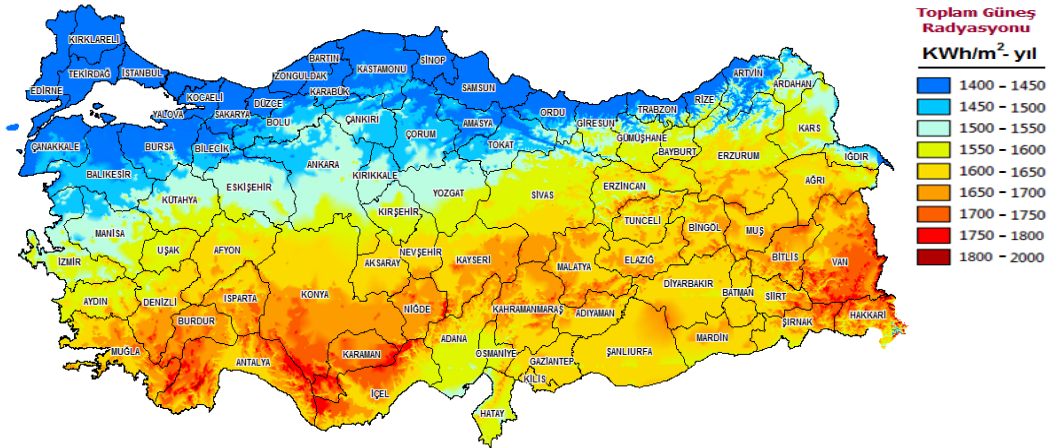
Güneş enerjisi hakkında yapılan çalışmalar incelendiğinde, bütün bu çalışmaların temel gayesi güneş enerjisinin daha ekonomik bir duruma gelmesi için verimliliğini artıracak çözüm yollarına ışık tutmasıdır. Son yıllarda ticarete de konu olan yeşil sertifika, OECD ülkelerinin yenilenebilir enerji piyasalarına yönelmesinde önemli bir etken olmuştur. Bu düşünceyle birçok farklı metodoloji geliştirilerek güneş enerji kullanım oranı her geçen gün artacak ve enerji ihtiyacı problemi çevreci bir yaklaşımla çözülecektir (Şişman, 2018: 17).

Türkiye'de 1975 yılında güneş enerjisi temalı ilk ulusal kongre İzmir'de düzenlenmiştir. Pasif sistem güneş enerjisi uygulaması ise Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde 1975'de inşa edilmiştir. ODTÜ, İTÜ, Yıldız Teknik ve Ege Üniversiteleri güneş enerjisi alanında yoğun çalışmalar gerçekleştirmektedir. Türkiye'de ilk ve tek olan Güneş Enerjisi Enstitüsü Ege Üniversitesi çatısı altında 1979'de oluşturulmuş ve kurulduğu günden günümüze kadar çalışmalarını sürdürmüştür (www.gunessistemleri.com, 2012).

TÜBİTAK'ın bir kuruluşu olan Marmara Bilimsel ve Endüstriyel Araştırma Enstitüsü (MBEAE) güneş enerjisi konusundaki çalışmaları 1980'lerden itibaren sürdürmektedir. MBEAE, güneş enerjili düşük sıcaklık uygulamaları ve sanayinin ısı enerji talebinin modellenmesiyle ilgili projelere ve araştırmalara 1977 ile 1985 yılları arasında öncelikli olarak destek vermiştir. TÜBİTAK'ın bir diğer kuruluşu olan Ankara Elektronik Araştırma ve Geliştirme Enstitüsü güneş pillerinin tasarımı ve üretimiyle ilgili faaliyetlere destek vermektedir (Çiftçi, 2015: 64).

2011 yılı sonunda kurulan Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) de güneş enerjisi çalışmalarına katkı sağlamaktadır. Kuruluş yapısı itibariyle YEGM öncelikli olarak güneş ve rüzgar enerjisi olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinden sorumludur. Yenilenebilir kaynakların araştırılması, proje geliştirilmesi, kaynak tespiti ve potansiyel taramaları da YEGM görev alanındadır.

Şekil 2.2. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA)



Kaynak: <http://www.yegm.gov.tr/MyCalculator/Default.aspx>

Türkiye'nin güneş potansiyelini ortaya koymak amacıyla Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü tarafından Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası (GEPA) hazırlanmıştır. Şekil 2.2. incelendiğinde, Türkiye'nin en çok güneş ışını düşen bölgelerinin Güney Doğu Anadolu ve Akdeniz Bölgeleri, bunları İç Anadolu Bölgesinin takip ettiği, en az güneş ışını düşen bölgemizin ise Karadeniz Bölgesi olduğu görülmektedir. Güneş radyasyonu en yüksek olan illerin ise; Muğla, Burdur, Antalya, Konya (Güney), Karaman, İçel (Kuzey), Denizli, Isparta, Niğde, Kayseri, K.Maraş, Malatya, Adıyaman, Elazığ, Bingöl, Muş, Bitlis, Van ve Hakkari olduğu tespit edilmiştir.

Şekil 2.3. Türkiye Güneşlenme Saatleri (Saat)



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Türkiye güneş enerjisi bakımından zengin bir bölgede yer almasına rağmen güneş enerjisinden yeteri kadar faydalanamamıştır. Şekil 2.3'e bakıldığında, ülkemizde ortalama yıllık güneşlenme zamanı 2.640 saat (günlük toplam 7,2 saat), ortalama toplam ışıyım şiddetinin 1.311 kWh/m²-yıl (günlük toplam 3,6 kWh/m²) olduğu yapılan incelemeler sonucunda görülmektedir. Türkiye'nin güneşlenme süreleri incelendiğinde en düşük güneşlenme değeri 3,75 saat ile Aralık ayında, en yüksek güneşlenme değeri ise 11,31 ile Temmuz ayında gerçekleşmiştir.

2.2. Güneş Enerjisinin Kullanım Alanları

Sürekli, bol miktarda ve yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile ortaya çıkan ışıma enerjisidir ve güneşteki hidrojen gazının helyuma dönüşmesi şeklindeki füzyon sürecinden kaynaklanmaktadır (www.eie.gov.tr). Güneş enerjisinden direkt faydalanan sistemler, aktif ve pasif sistemler olarak iki grupta incelenir. Toplayıcılar ve diğer dönüştürücüler aracılığı ile güneş enerjisinden faydalanma aktif faydalanma sistemleridir. Pasif kullanım, özel ekipmana gerek duyulmaksızın güneş enerjisinin dolaylı olarak kullanılmasıdır. Doğal yollarla gerçekleşen suyun buharlaşması, yağışların oluşumu, atmosferik hareketler, okyanusların ısınması ve okyanus akıntıları, karların erimesi, biyokütle oluşumu, atmosfer ve dünya yüzeyinin ısınması benzeri sistemler pasif sistem örnekleridir.

Binaların yön, geometri ve yapı elemanları ile güneş enerjisinden faydalanan sistemler de pasif sistemin çeşitleridir. Gündelik hayatımızda ise çamaşırların kurutulması, meyve sebzelerin kurutulması gibi işlemlerde pasif kullanımlar arasında değerlendirilmektedir (Çeçen, 2018: 92).

Güneş ışınlamından enerji üretmek amacıyla kullanılan ve gelen ışınlamı absorbe eden ya da yansıtan yapay sistemler vardır. Bu yapay sistemlerle güneş enerjisi toplanır, depolanır ya da dönüştürülür. Güneş enerjili güç santralleri, parabolik oluklu güç santralleri, kuleli güç santralleri, güneş bacalı güç santralleri, su ve havayı ısıtan güneş kolektörleri, elektrik üreten fotovoltaik paneller güneş enerjisinin aktif olarak kullanıldığı yapay sistemlerdir (Ceylan ve Gürel, 2017: 25). Yapılarda güneş ışınlamından faydalanmak için sistemlerin mekanik teçhizatlar ve ek sıcaklık depolayıcı malzemeler ile desteklenmesi, sıcaklık dağılımının denetimi, su-hava toplayıcılarının uygulanması ile yüksek verimli toplayıcılar ve güneş pillerinin kullanılması “aktif güneş sistemleri” olarak tanımlanmaktadır (Demircan ve Gültekin, 2015: 844). Bu sistemler, güneşten yeryüzüne ulaşan enerjinin etkin şekilde kullanımına imkan sağlayan, amacına göre tedarik edilen toplayıcı teçhizatlar yardımıyla, süzülen güneş ışını elektrik ve ısıya çeviren sistemlerdir. Aktif güneş sistemleri, çeşitli mekânîk ve elektronik sistemler bütünüdür (Ulusoy,2012: 46).

Tablo 2.1. Exajoule Cinsinden 2050 Yılı Tahmini Enerji Kaynakları Kullanımı

	2000	2010	2020	2030	2040	2050
Petrol	147	176	186	179	160	141
Doğalgaz	88	110	133	134	124	108
Kömür	97	144	199	210	246	263
Nükleer	28	31	34	36	38	43
Bioyakıt	44	48	59	92	106	131
Güneş	0	0	2	26	62	94
Rüzgar	0	2	9	18	27	36
Diğer Yenilenebilir Enerji	13	19	28	38	51	65

Kaynak: Shell Energy Scenarios to 2050, 2008: 56.

Günümüzde güneş enerjisi elektrik enerjisi üretiminde daha fazla ısıtma amacıyla kullanılmaktadır, bunun nedeni ise halihazırdaki teknolojik düzeyin oluşturduğu maliyetin yüksekliği olarak ifade edilmektedir (Mahmutoğlu, 2013: 22).

Diğer taraftan, güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretme teknolojisinin gelişmesi ve maliyetlerinin zaman içerisinde azalması bu hususta yatırımların gerçekleştirilmesinin önünü açmaktadır. Tablo 2.1’de görüldüğü üzere, Shell’in tahminlerine göre, 2050 yılında toplam enerji kaynaklarının kullanımında güneşin payının %10’un üzerinde olacağı öngörülmektedir (Çepik, 2015: 76).

Güneş enerjisinden büyük çapta elektrik enerjisi üretebilmek için oldukça geniş arazilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte, üretim yapılacak arazilerin verimli olması gerekmektedir, öyle olmadığı takdirde, yapılan yatırımın karşılığında elde edilecek elektrik enerjisi düşük olacak ve bu yatırımı karşılamayacaktır. Bu sebeple, dünyada bazı bölgeler güneş ışınlarını daha yoğun bir şekilde aldığı için daha verimli olabilmektedir. Dünya üzerinde ise güneş enerjisi bakımından en şanslı bölgenin Ekvator olduğu bilinmektedir. Ayrıca Ekvator’dan sonra Türkiye’nin de içinde olduğu Akdeniz Bölgesi en verimli bölgedir (Çepik, 2015: 76).

Tablo 2.2. Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyelinin Bölgelere Göre Dağılımı

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m²-Yıl)	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)
Güneydoğu Anadolu	1.460	2.993
Akdeniz	1.390	2.956
Doğu Anadolu	1.365	2.664
İç Anadolu	1.314	2.628
Ege	1.304	2.738
Marmara	1.168	2.409
Karadeniz	1.120	1.971

Kaynak: www.eie.gov.tr

Tablo 2.2. incelendiğinde coğrafi konumu sebebiyle Türkiye’de güneş enerjisi potansiyeli yüksek olduğu ve ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi metrekarede 2640 saat, ortalama toplam ışıyım şiddeti metrekarede yılda 1311 kWh olduğu görülmektedir. 110 gün gibi yüksek bir güneş enerjisi potansiyeline sahip olan Türkiye’de gerekli yatırımların yapılması durumunda, günde birim metrekaresinden 1100 kWh’lik güneş enerjisi üretebilecektir. En fazla güneş enerjisi alan bölge Güneydoğu Anadolu bölgesi olup, onu Akdeniz ve Doğu Anadolu ve İç Anadolu Bölgeleri takip etmektedir (www.eie.gov.tr).

2.3. Güneş Enerjisi Teknolojileri

Güneş enerjisi temiz, tükenmez ve bol bir enerji kaynağı olması yönüyle birçok şekilde aktif uygulamalarla değerlendirilmektedir. Güneş enerjisi, ısı ve elektrik üretimi olmak üzere iki ana amaç için kullanılmaktadır. Güneş enerjisini, ısıtma, soğutma, kurutma, damıtma, elektrik üretme, vb. kullanımlar için ısı enerjisine dönüştüren ısı teknolojileri ile fotovoltaik özelliğe sahip maddeler yardımıyla doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren teknolojiler geliştirilmiştir (Çeçen, 2018: 92-93). Güneşten gelen enerjiden faydalanılması için ilk olarak güneş ışığının emiliminin sağlanması gerekmektedir. Bu işlem, ısı ve elektriksel (fotovoltaik) olmak üzere iki farklı yöntemle ve dolaylı şekilde yapılmaktadır. Kolay ve düşük maliyeti sebebiyle ısı yöntemleri daha çok kullanılmakta fakat fotovoltaik yönteminde artan teknoloji ile maliyetlerinin azalması onu da tercih edilebilir düzeye taşımıştır. Isıl güneş kolektörleri, düşük, orta ve yüksek olarak üç ayrı standartta kullanılmaktadır. Güneş ışınlarını elektriksel yöntemle toparlayan fotovoltaikler, ışık enerjisinin fotonlarını foto-elektriksel olarak elektrik enerjisine çevirmektedir (Varank ve Varınca, 2005: 4).

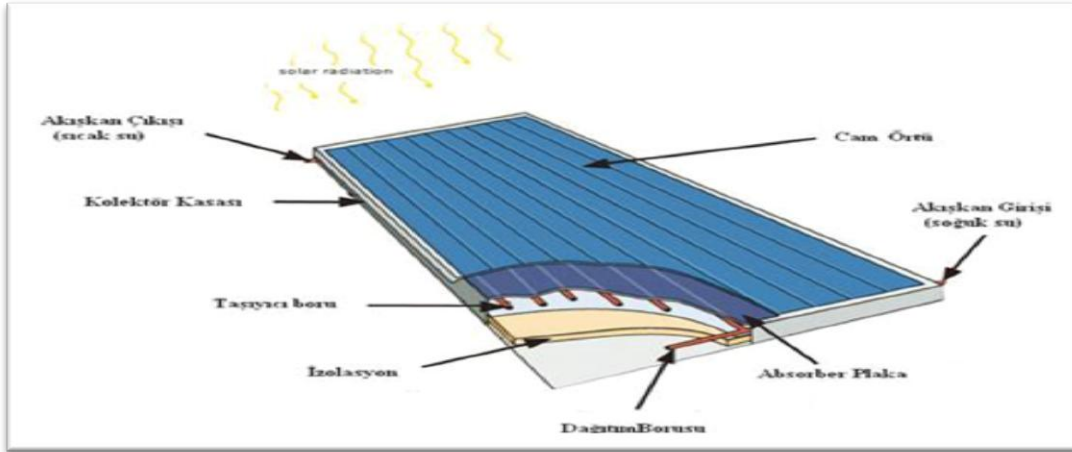
2.3.1. Isıl Güneş Teknolojileri

Isıl sistemlerin çalışma prensiplerinde güneşten emilen enerji sistem içerisindeki akışkan malzemeye ısı olarak iletilir. Bu sistemlerin kullanım olarak en sık rastlanan çeşidi evlerimizde sıcak su elde etmek için kullandığımız düzlemsel güneş kolektörleridir. Isıl sistemlerde su, direkt olarak güneşten gelen ısı ile ısıtılmaktadır. Bir başka kullanım şekli olarak ısı teknolojileri, fotovoltaik sistemlerle gibi güneş ışınlarında elektrik üretmeye yarayan bir diğer yöntemdir. Isıl sistemlerde elektrik üretimi sürecindeki temel nokta yukarıda da bahsedildiği gibi suyun ısıtılması ile başlar (Saner, 2015: 33). Isıl güneş teknolojileri ana çalışma prensibi olarak aynı olmakla beraber, güneş ışınlarını emilimi ve kullanılan kolektörler açısından farklı özellikler taşırlar (Tabak vd., 2009: 319). Isıl güneş teknolojilerinde ilk olarak güneş ışınlarından ısı elde edilir. Bu ısı direk olarak kullanılabilirdiği gibi elektrik üretiminde de kullanılabilir. Isıl güneş teknolojileri; düşük sıcaklık ve yoğunlaştırıcı sistemler olmak üzere iki grupta incelenmektedir.

2.3.1.1. Düşük Sıcaklık Sistemleri

Düşük sıcaklık (70 °C) uygulamaları su ısıtılmasında kullanılan düzlemsel toplayıcılardır. Düzlemsel kolektörler, güneş ışığını ısı olarak bir akışkana ileten modüllerdir (Özcan, 2015: 13). Bunlardan en yaygın kullanımda olanı düzlemsel güneş kolektörleridir. Bu ürünler güneş enerjisini toplayan ve bir akışkana ısı olarak aktaran çeşitli tür ve biçimlerdeki aygıtlardır. En çok evlerde sıcak su ısıtma amacıyla kullanılmaktadır. Ulaştıkları sıcaklık 70°C civarındadır. Bu sistemler evlerin yanında, yüzme havuzları ve sanayi tesisleri için de sıcak su sağlanmasında kullanılır. Yapısı Şekil 2.4’de gösterilen kolektörler için Ar-Ge çalışmaları devam etmekte beraber, bu sistemler tamamen ticari alana yayılmış durumdadır. Dünya üzerinde faal olarak çalışan güneş kolektörü yüzey alanı 30 milyon m²’den daha fazladır. Ülkesel olarak incelendiğinde en çok bulunan ülkeler Çin, ABD, Japonya, Avustralya İsrail ve Yunanistan’dır. Türkiye ise 18 milyon m² faal çalışan kolektör alanı ile Dünya’da önde gelen sınırlı sayıdaki ülkelerden biridir.

Şekil 2.4. Güneş Kolektörleri Yapısı



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Bir diğer düşük sıcaklık uygulaması örneği ise vakumlu güneş kolektörüdür. Şekil 2.5.’de görüleceği gibi vakumlu cam borular ve absorban yüzeyine gelen enerjiyi artırmak için metal ya da cam yansıtıcılar kullanılır. Bunların çıkışları daha yüksek sıcaklıkta olduğu için (100- 120 °C), düzlemsel kolektörlerin kullanıldığı

yerlerde ve ayrıca yiyecek dondurma, bina soğutma gibi daha geniş bir yelpazede kullanılabilirler.

Şekil 2.5. Vakumlu Güneş Kolektörleri Yapısı



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Bir başka örnek ise güneş havuzlarıdır. Ortalama 5-6 metre derinliğe sahip olan havuz sistemlerinde suyla doldurulmuş olan ve zemini siyah olan havuzlar, güneş ışığını soğurarak 90°C kadar sıcak su elde etmeye yarar. Elde edilen ısının havuz içerisindeki dağılımı suya konsantre tuz eklenerek düzenlenir. Bu sayede havuzun yüzey kısımları ısınıp kaybetse bile doymuş tuz konsantrasyonu ile alt kısımlarda suyun ısısı korunmuş olur. Sıcak su eşanjöre iletilerek ısı olarak kullanılacağı gibi Rankin çevirim metodu ile elektrik üretimi de sağlanabilir. Bu yöntemin en çok kullanıldığı ülkelerin başında İsrail bulunmaktadır.

Bu uygulamalar dışında güneş bacaları, su arıtma havuzları, güneş mimarileri, seralar ve güneş ocakları da düşük sıcaklık uygulamaları arasındadır (www.gunessistemleri.com, 2018).

2.3.1.2. Yoğunlaştırıcı Güneş Sistemleri

Isıl sistemlerin bir diğer kolu olan yoğunlaştırıcı sistemler ile güneş ışınlarının tek noktada toplanmasıyla yüksek sıcaklıklar elde edilebilir. Kesiti parabolik olan kolektörlerin (çanak veya oluk) içerisinde yer alan yansıtıcı yüzeyler

sayesinde güneş ışınlarını merkez noktada bir alıcıya odaklarlar. Bu sistemler orta ve yüksek sıcaklık uygulamaları olarak da gruplandırılabilir. Orta derece sıcaklık (350–400 °C) uygulamalarına parabolik oluk kolektörler örnek olarak verilebilir. Parabolik çanak (800 °C), merkezi alıcılar (565 °C), güneş fırınları (3000 °C) yüksek sıcaklık uygulamalarına örnek olarak gösterilmektedir (www.yegm.gov.tr, 2018). Yoğunlaştırıcı sistemlerde, güneş ışınımı odaklayıcı özelliğe sahip toplayıcılarla enerjiyi yoğunlaştırarak, istenilen enerji için gereken kaynamış su veya buhar elde etmede kullanılır. Genel olarak bu sistemlerde güneş ışığının sürekli alınabilmesi için güneşi takip eden bir mekanizma gereklidir (Karamanav, 2007: 3). Bunlardan en yaygın kullanılanı parabolik oluk kolektörlerdir. Bir parabolik oluk kolektör güneş ışını demetini parabolik bir ayna yardımı ile odak noktada yer alan alıcı borusu üzerine yoğunlaştıran sistemdir. Alıcı olarak adlandırılan materyal ise parabolik aynanın ortasının üst kısmında yer alan ve içerisinde çalışma sıvısı bulunan borudur. Çoğunlukla kuzey-güney yönlü yerleştirilmiş olan ayna; gündüz süresince güneş ışığını doğu-batı yönlü şekilde (tek eksenle) izleyerek güneş ışınını, alıcıya eksen boyunca odaklayarak içerisinde bulunan akışkan çalışma sıvısının (bileşimli yağ yada erimiş tuz) sıcaklığını 150–370°C kadar artırarak çalışma sıvısı güç üretimdeki ısı kaynağı olarak kullanılacak duruma getirir. Daha sonra sıvının sahip olduğu ısı çevrim suyuna aktarılarak oluşturulan su buharı türbinini döndürerek enerji elde edilir. Parabolik oluk kolektörler güneş tarlası üzerinde paralel şekilde yerleştirilerek kurulum sağlanır ve böylece geniş bir yüzeyden güneş ısısı toplanarak güç merkezinde elektriğe dönüştürülür. Amerika’da Kaliforniya eyaletinde SEGS ve Nevada’daki Solar One santralleri yanında; İspanya’da da birçok ticari güneş enerjisi santrali bu teknolojiyle kurulmuş olup, çalışmaktadır (Livatyalı ve Yıldırım, 2012: 18).

Şekil 2.6. Fresnel Aynalı Yoğunlaştırıcı Sistemler



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Bir başka uygulama ise fresnel aynalı yoğunlaştırıcılardır. Bu sistemde sıralı şekilde birçok dar ve düz aynaların doğrudan güneş ışınını ayrı bantlar halinde alıcı boru üstünde doğrudan odaklamasıyla çalışırlar. Yapısı Şekil 2.6’da gösterilmiştir. Parabolik oluk kolektörlere nazaran maliyeti düşük olmakla birlikte bu sistemde ışını toplama yüzeyi daha geniştir. Bu sistemlerde çalışma sıvısı kullanılmadan direkt olarak suyu ısıtmak mümkündür; fakat sistem verimi hem düşük hem de yaygın değildir (Özcan, 2015: 15).

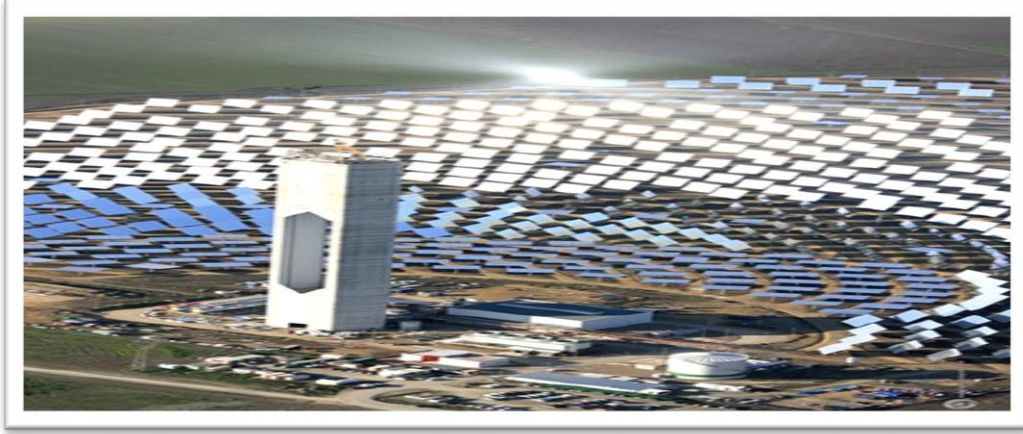
Şekil 2.7. Parabolik Çanak Kolektörlerin Yapısı



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Yoğunlaştırıcı sistemlerden bir diğeri ise parabolik çanak kolektörlerdir. Bu sistemler yansıtıcı, toplayıcı ve motordan oluşan ünitelerdir. Bu sistemler noktasal yoğunlaşma yaptıkları için oluk kolektörler ve fresnel yoğunlaştırıcılara göre termik kayıp yok denecek kadar az olmaktadır. Yapısı Şekil.2.7’de gösterilen parabolik çanak kolektörler güneşi iki ekseninde izlemektedir. Bu sistemlerde güneş ışını çanak şeklinde bir yüzey ile bir alıcı üzerine tek bir nokta şeklinde yoğunlaştırılır. Alıcı yüzeyde bu yoğunlaştırılan enerji ya termal enerjiye çevrilip direkt ısı enerjisi olarak kullanılır ya da odak bölgedeki Stirling makine ile elektrik enerjisine çevrilir. Çanak-Stirling sistemi elde edilen güneş enerjisi %30 oranında elektrik enerjisine dönüştürülür.

Şekil 2.8. Güneş Kuleleri Yapısı



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

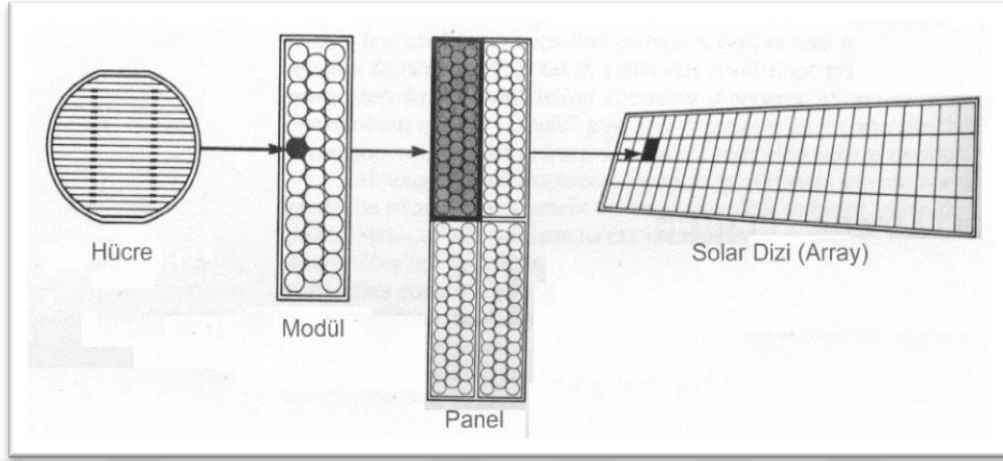
Yoğunlaştırılmış güneş enerjisi teknolojilerinden bir diğeri olan merkezi alıcı (güneş kuleleri) sistemidir. Yapısı şekil 2.8.'de gösterilen bu sistemler, güneş ışınını iki düzeyde izleyerek ışını yüksek bir yapı üstüne yerleştirilmiş alıcıya yansıtan aynalardan (heliostat) oluşmaktadır. Alıcı içerisinde bulunan erimiş tuz, buhar ya da su benzeri çalışma sıvısı yansıtılan ışının ortaya çıkardığı etkiyle 500-1000°C sıcaklığa ulaşarak ısıyı kulenin alt kısmında yer alan güç merkezine ulaştırır. Bu ısınmış sıvı ya da gaz ile döndürülen türbinler sayesinde elektrik enerjisi elde edilir. Maliyetinin parabolik oluk sistemlere kıyasla fazla olması bu sistemlerin yaygınlık kazanmasını engellemiş olsa da bu sistemlerde hem verimlilik daha yüksek olup hem de güneş ışının yetersiz olduğu zamanlarda üretimin devamlılığının sağlanması için ısı depolamak daha kolaydır (Livatyalı ve Yıldırım, 2012: 18). Yoğunlaştırılmış sistemlerden faal olarak kullanımı süren en büyük santral İspanya'nın Sevilla şehrinde yer alan 20 MW büyüklüğündeki PS20 santralidir.

2.3.2. Fotovoltaik (Güneş Pili) Teknolojiler

Güneş elektriği ya da güneş pili olarak da adlandırılan ve güneş ısısından elektrik üreten fotovoltaikler ilk kez 1839'da Becquerel tarafından araştırılmıştır. Modern olarak 1954'de geliştirilen fotovoltaik hücreler uzay araçlarında elektrik üretimi amacıyla kullanılmıştır (Çelebi, 2002: 19). İlk olarak sıvı maddelerde

fotovoltaik etki keşfedilmiş olup, katı maddelerde ise 1876'da G.W. Adams ve R.E. Day tarafından selenyum kristalleri üzerinde bulunmuştur. Takip eden dönemlerde ilk olarak %1 verime sahip piller 1914'de üretilmiş olsa da bu pillerden elektrik üretimi yapılmamıştır. İlk olarak piller üzerinden elektrik sağlanması 1956 yılında Chaplin ve Fuller tarafından %6 oranında olmuştur (Oktik, 2001: 23). Sonrasında teknolojik gelişmeler ve düşen maliyetlerle birlikte birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Işık anlamına gelen “photo” ve voltaj anlamına gelen “voltaic” kelimelerinin birleştirilmesiyle fotovoltaik terimi ortaya çıkmıştır (Çelebi, 2002: 19). Bu modüller güneş ışığını herhangi bir başka sürece iletmeden yani barajlarda ya da diğer elektrik üretim tesislerindeki gibi bir türbin olmadan elektrik enerjisi elde eden sistemler olmayıp direkt olarak elektrik enerjisi oluşturmaya yarayan sistemlerdir (www.acikders.ankara.edu.tr, 2018). Fotovoltaik sistemlerdeki malzemeler güneş ışıklarını direkt olarak elektrik enerjisine çeviren yarı iletken devre elemanlarıdır. Bu sistemlerdeki hücreler fotovoltaik ilke doğrultusunda çalışırlar, yani hücreler üzerine gelen güneş ışığı kristallerin uçlarında elektrik gerilimi oluşturur. Hücrenin ortaya çıkardığı elektrik enerjisinin temelinde yüzeyden yansıyan güneş enerjisi vardır. Sistem içerisindeki en küçük birim olan güneş hücresi, pozitif ve negatif olarak iki yarı iletken katmandan meydana gelir. Güneş ışığı hücreye ulaştığında, güneş ışınlarına ait fotonlar, yarı iletkenin atomları tarafından emilir. Negatif katmandaki elektronlar bu etkiyle pozitif katmana doğru ilerler, böylelikle elektrik akımı oluşur (Saner, 2015: 29). Bu sistemlerde elde edilen enerji güneş hücrelerini oluşturan maddelerin çeşitlerine göre % 5 ile % 30 arasında bir verimle elektrik enerjisine dönüştürülür. Elde edilen enerjiyi yükseltmek amacıyla birçok güneş hücresi birbirine paralel şekilde bağlanarak bir yüzey üzerine dizilir, bu dizilime güneş hücresi modülü ya da fotovoltaik modül denir. Güç artırımı için ise güneş hücresi modülleri birbirlerine paralel bağlanarak paneller, onlarda birbirine bağlanarak solar dizi sistemler oluşturulur (www.yegm.gov.tr, 2018).

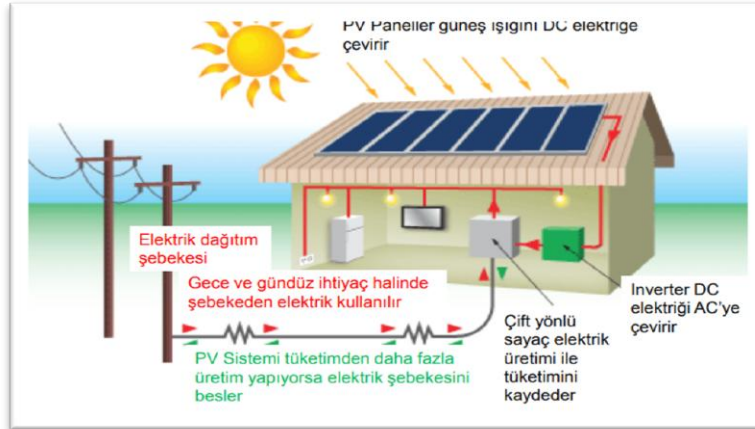
Şekil 2.9. Fotovoltaik hücre, modül, panel ve solar dizisi



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Güneş hücrelerinin, elektrik enerjisine gereksinim olan her alanda kurulumu sağlanabilmektedir. Bu modüller uygulama çeşitliliğine göre, akümülatörler, invertörler, akü şarj denetim aygıtları ve çeşitli elektronik destek devreleri ile birlikte kullanılarak bir fotovoltaik sistemi oluştururlar. Bu sistemler, geçmişte yalnızca yerleşim alanlarından uzak, şebeke elektriği bulunmayan çevrelerde, jeneratöre yakıt tedarik etmenin pahalı ve elverişsiz olduğu yerlerde faal iken, günümüzde şebeke bağlantısı olan yerleşim yerlerinde de şebeke bağlantılı olarak evlerin çatılarında ve büyük ölçekli santral uygulamalarında da kullanımı oldukça artmıştır. Bunların haricinde jeneratörler ya da diğer güç sistemleri ile birlikte girift bir şekilde kullanılmaları da mümkündür.

Şekil 2.10. Şebeke Bağlantılı Fotovoltaik Sistemler



Kaynak: www.slideplayer.biz.tr, 2018.

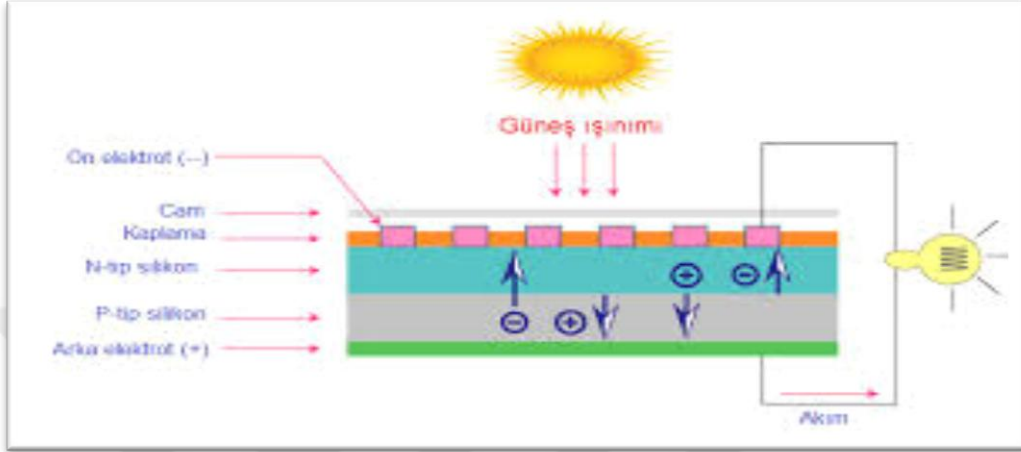
Şekil.2.10.'da gösterildiği gibi şebeke bağlantılı fotovoltaik sistemler yüksek güçte santral boyutunda sistemler şeklinde olabileceği gibi daha sıklıkla rastlanan uygulaması konutlarda mikro kullanım şeklindedir. Bu sistemlerde örneğin bir konutun elektrik ihtiyacı karşılanırken, üretilen elektrik enerjinin fazlası şebekeye verilir, yeterli enerjinin üretilmediği durumlarda ise şebekeden destek sağlanır. Böyle bir sistemde üretilen elektrik enerjisi için depolama ihtiyacı yoktur, yalnızca üretilen DC elektriğin, AC elektriğe çevrilmesi ve şebeke uyumlu olması yeterlidir. (www.yegm.gov.tr, 2018).

2.3.2.1. Güneş Pillerinin Yapısı ve Özellikleri

Fotovoltaik hücreler yarıiletken maddelerden oluşmaktadır. Fotovoltaik sistemlerin oluşturduğu elektrik enerjisinin kaynağı yeryüzüne ulaşan güneş ışınıdır. Fotovoltaik ilkeye göre üretim sağlanması için, güneş ışığını soğuracak malzeme, yasak enerji aralığı güneş spektrumu ile uyumlu ve elektrik yüklerinin birbirinden ayrılabilmesine izin verebilecek özellikte bir yarıiletken olmalıdır. Bu özelliğe sahip pek çok maddeden fotovoltaik hücre yapmak için en elverişli olanlar, silisyum, galyum arsenit, kadmiyum tellürdür (Öztürk, 2017: 3). Yarı-iletken maddelerin fotovoltaik sistemde kullanılabilmeleri için N ya da P tipi katkılanmaları gereklidir. Katkılama, saf maddeye eriyik halde iken istenilen elementlerin kontrollü olarak eklenmesiyle yapılır. Sonuçta ulaşılan maddenin n ya da p tipi olması katkı maddesine bağlıdır. En çok kullanılan güneş pili maddesi olan silisyumdan n tipi silisyum elde etmek için silisyum eriyiğine periyodik cetvelin 5. grubundan bir element, örneğin fosfor eklenir. Silisyum'un dış yörüngesinde 4, fosforun dış yörüngesinde 5 elektron olduğu için, fosforun fazla olan tek elektronu kristal yapıya bir elektron verir. Bu nedenle 5. grup elementlerine 'verici' ya da 'n tipi' katkı maddesi denir. P tipi silisyum elde etmek için ise, eriyiğe 3. gruptan bir element (alüminyum, indiyum, bor gibi) eklenir. Bu elementlerin son yörüngesinde 3 elektron olduğu için kristalde bir elektron eksikliği oluşur, bu elektron yokluğuna hol ya da boşluk denir ve pozitif yük taşıdığı varsayılır. Bu tür maddelere de 'p tipi' ya da 'alıcı' katkı maddeleri denir. PN eklem oluştuğunda, N tipindeki çoğunluk taşıyıcısı olan elektronlar, P tipine akım oluştururlar. Işının N tipi katmana gelmesi ile bazı ışık

fotonları emilerek N tipi katmandaki elektronların dış devreden P tipi katmana doğru akmasını sağlar. Böylelikle doğrusal elektrik (DC) akımı oluşur (www.yegm.gov.tr).

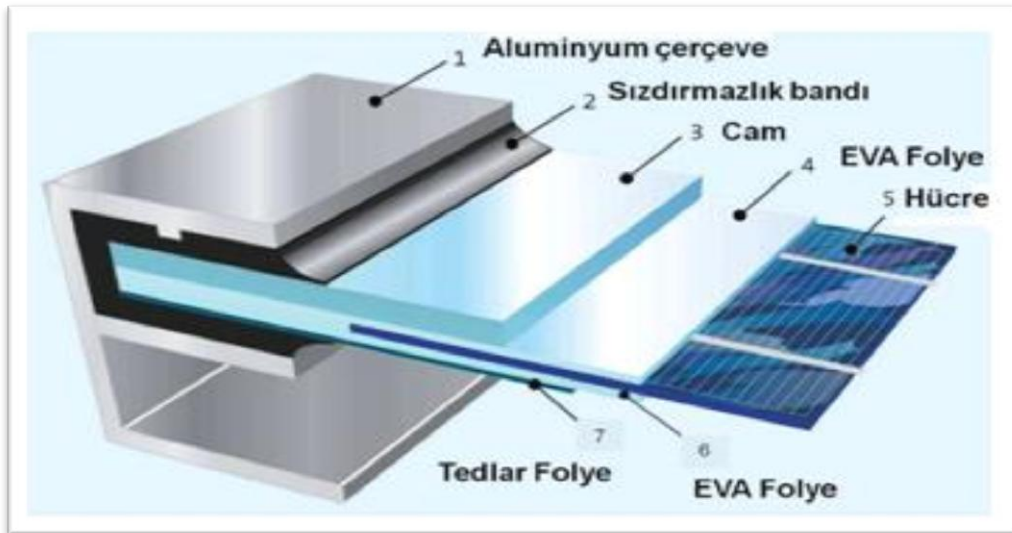
Şekil 2.11. Fotovoltaik Hücresinin Çalışma Prensibi



Kaynak: www.yegm.gov.tr

Teknolojik gelişmeler ile birlikte farklı ülkelerdeki farklı firmaların üretim tekniklerindeki değişim sonucu farklı modül tipleri ortaya çıkmaktadır. Bunlar Şekil 2.12'deki gibidir (Oluklulu, 2001: 40);

Şekil 2.12. Fotovoltaik Modül Kesiti



Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

- **Alüminyum çerçeveli ve camlı modüller:** Güneş enerjisi modülü alüminyum bir çerçeve içerisine bir panel şeklinde oturtulur. Panel, cam bir tabaka ve pilleri çevresel etkilerden koruyacak bir filmle kaplanmış fotovoltaiik pillerinden oluşur. En çok kullanılan modül tiplerindendir.

- **Çerçevesiz modüller:** Oldukça yüksek etkinliğe sahip mono-kristal silikon fotovoltaiik pillerinden yapılırlar ve iki tabaka optik filmle kaplanırlar. Modül, arka kısmında filminden ortada fotovoltaiik pili ve ön kısmında film ya da camdan oluşur. Genellikle trafik ikaz lambaları veya hibrit sistemler gibi başka bir sistemle bağlantının gerekli olmadığı sistemlerde kullanılır.

- **Metal tabanlı modüller:** Metal tabanlı modüller optik film tabakaları arasında ince tabakalara ayrılmış oldukça etkin mono-kristal silikon güneş enerjisi pillerinden elde edilir. Özel yapışkan ve yalıtım yapan kaplama ile kaplanmış paslanmaz çelik, metal üzerine ya da alüminyum alaşım üzerine yerleştirilir. Modüller metal bir taban, PET film, ortada fotovoltaiik piller, ön kısımda PET film ya da camdan oluşur.

- **Çift yüzeyli modüller:** Her iki tarafı da güneş ışınından enerji üretebilen sistemlerdir. Bu sistemler bütün fotovoltaiik sistemlerde yer alabilmektedir. Bu sistemlerde kurulum maliyeti yüksek olsa da enerji maliyetinde önemli bir azalma sağlar.

2.3.2.2. Güneş Pillerinin Yapımında Kullanılan Malzemeler

Fotovoltaiik hücreler, birçok farklı maddeden elde edilebilmektedir. Bu maddeler fotovoltaiik hücrelerin verimliliği ve maliyeti üzerinde etkilidir. Fotovoltaiik hücreler, üretildikleri hücre çeşitlerine göre gruplandırılmaktadır (www.yegm.com.tr, 2018).

Kristal Silisyum: İlk olarak irileştirilen ve devamında 150-200 mikron dolgunlukta dar tabakalar halinde bölünen Tek kristal Silisyum bloklardan oluşturulan güneş pillerinde laboratuvar ortamında %24, ticari parçalarda ise %15'in üzerinde verim alınmaktadır. Dökme silisyum kalıplarından bölünerek oluşturulan

Çok Kristal Silisyum pillerinde diğerine kıyasla maliyet görece daha düşük olmakta fakat verim de %2-5 oranında azalmaktadır. Bu oran laboratuvar ortamında %18, ticari parçalarda ise %14 dolaylarındadır.

Galyum Arsenit (GaAs): Galyum Arsenit modüllerde laboratuvar ortamında %25 ve %28 (optik teksif edilerek) verim alınmaktadır. Öteki yarı iletkenlerle harmanlanarak elde edilen çok karışımli GaAs pillerde %30 verim alınmaktadır. GaAs güneş pillerinden uzay teknolojilerinde ve ayrıca optik yoğunlaştırıcıli düzeneklerde yararlanılmaktadır.

Amorf Silisyum: Kristal doku niteliği taşımayan Silisyum pillerden alınan randıman %10 civarında olup, ticari yapılarda bu oran %5-7 civarındadır. Günümüz koşullarında ufak makinelerin bataryası olarak kullanılan amorf silisyum doğrudan güneş ışınıni almayan ya da minimum düzeyde alan santral alanlarında kullanılır. Amorf silisyumun bir diğer kullanım alanı ise yapılara montajlanan yarısaydam cam yüzeyler, koruyucu dış yüzeyler ve enerji oluşturuu uygulamalarıdır.

Kadmiyum Tellürid (CdTe): Çoklu kristal yapıda bir malzeme olan CdTe ile güneş hücre maliyetinin oldukça düşeceği tahmin edilmektedir. Bu hücrelerden laboratuvar tipi küçük hücrelerde %16, ticari tip modüllerde ise %7 civarında verim elde edilmektedir.

Bakır İndiyum Diselenid (CuInSe₂): Bu çoklu kristal hücreden, laboratuvar ortamında %18 enerji elde edilmiş, prototip bir modülde ise %10 verim elde edilmiştir.

Optik Yoğunlaştırıcıli Hücreler: Güneş ışınıni 500 kata kadar yoğunlaştıran mercekli ya da yansıtıcıli nesnelerle modül verimi %20'nin, hücre verimi ise %30'un üzerine çıkılabilmektedir. Bu sistemler kolay ve düşük maliyetli plastik gereçlerden veya camdan üretilmektedir.

Laboratuvarlar ortamında elde edilen en çok hücre verimleri 1 cm²'lik hücre yüzeyi için:

- Kristalsi güneş hücresi için: %24,5
- Polikristalsi: %19,8
- Amorfsi: %12,7
- Çok Katlı Güneş Hücreleri: %40 (www.yegm.com.tr, 2018).

2.3.2.3. Güneş Pillerinin Avantaj ve Dezavantajları

Güneş pillerinin önümüzdeki süreçte kullanım alanını genişletecek olan birtakım avantajları şunlardır:

- Fotovoltaik sistemlerin ömrü, maliyetini karşılayabilecek uzunluktadır.
- Bakımları kolay olmakla birlikte bakım maliyetleri minimum düzeydedir.
- Bu sistemler enerji kaynağı olarak güneş ışığını kullandığı için yenilenemeyen kaynaklar gibi fosil yakıt maliyeti nakliye maliyetlerine katlanmazlar. Bunların yanında piyasada oluşan fiyat ve kur oynaklıklarında etkilenmezler.
- Yakıt olarak güneş enerjisini kullandığı için yakıt satın alma ve nakliye maliyeti yoktur. Ayrıca piyasa bağımlılığı olmadığı için fiyat ve kur değişimlerinden etkilenmez.
- Üretim üniteleri doğaya herhangi bir zararlı atık bırakmamakta ve oldukça sessiz çalışmaktadırlar.
- Sistem parçaları portatif yapıdadır.
- Geniş bir alanda yüksek güçte kurulum sağlanabildiği gibi ayrıca küçük bir düzeyde kurulum yapıp eklenerek artırım sağlanabilmektedir.
- Jeneratörleri ile kıyaslandığında kurulum için katlanılan maliyet fazla olsa da artan kullanım süreleri göz önüne alındığında gerek yakıt gerekse bakım maliyeti de ekleneceğinden görece daha ekonomik bir sistemdir.

- Fotovoltaik sistemler ile üretilen enerji depolanabildiği için istenilen düzeyde ve zamanda kullanılır fakat diğer sistemlerde en küçük enerji gereksiniminde dahi jeneratörün aktif hale gelmesi gerekmektedir.

- Fotovoltaik sistemlerde kurulum aşamasında ortaya çıkan kablolama ve tesisat gibi maliyetler yasal düzenlemelerde yetersizlik sebebiyle maliyetlerde düşüş sağlamaktadır.

- Mevcut sistemlerde elektrik enerjisinin üretildiği yer ile tüketildiği yer arasında mesafe bulunmadığından enerji kaybı minimumdardır.

- Sistemin, istenildiği zaman sökülüp kaldırılabilme imkânı vardır (Oluklulu, 2001: 67-68).

- Kırsal kesimler, dağ köyleri, mezralar gibi elektrik şebekesinin bulunmadığı bölgelerde, evlerin, araçların, yatların üzerinde küçük sistemler şeklinde kullanılabilir.

- Halihazırdaki sistemlerden en önemli farkı, herhangi bir gelenekse yakıt ya da güç bağlantısı olmadan bağımsız bir şekilde enerji üretilebilmesidir.

- Modüler bir yapıya sahip olduğundan enerji düzeyi kolay bir şekilde artırılmaktadır. Mevcut sisteme yeni modüllerin bağlanması ile istenilen yüksek güç düzeylerine ulaşılabilir.

- Hareketli bir parçası bulunmadığı için jeneratöre kıyasla daha az arıza vermektedir. Orta düzey bir modül ya da bataryada sorun olduğu zaman sistem tamamen durmaz ve çalışmayı sürdürür (Çıtıroğlu, 2000: 6-7).

- Kullanım dışı kalmış sanayi alanları ve kurak bölgelerde kurulum sağlanması doğal yaşama etkilerinin de minimize edilmesini sağlar (Ertürk vd., 2006: 74).

- Güneş pillerinin ana yapı taşı silisyum, doğada fazlaca yer alan bir maddedir (Akkuş, 2010: 104).

Birçok avantajı olması yanında, fotovoltaiik sistemlerin diğerk elektrik sistemlerine kıyasla aşığıda bahsi geçen dezavantajları da vardır:

- Kurulum maliyeti fazladır.
- Yüksek düzeyde enerji gereksinimi olan sistemler için ekonomik olarak kullanışlı değildirler.
- Güneş ışıınımdan elde edilen enerjini elektriğre dönüşme oranı düşük olması sebebiyle geniş yüzeylere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Enerji üretim düzeyi iklimsel ve günlük değışimlerden direkt olarak etkilenir.
- Şebeke bağlantısı bulunmayan kurulumlarda depolanması gerekmektedir.
- Doğru akım ürettiklerinden, ortaya çıkarılan elektrik enerjisinin şebekede kullanılabilmesi için alternatif akıma çevrilmesi gerekmektedir.
- Pek çok ülkede fotovoltaiik enerjinin pazar yapısı ve piyasa dinamiği oluşmamış ve ülkeden ülkede değışiklik göstermektedir.
- Şebeke elektriğine kıyasla birim ücreti yüksektir (Oluklulu, 2001: 69).
- Fotovoltaiik enerji sistemleri kurulum alanı ve çeşitliliğine göre doğal hayatı, biyolojik çeşitliliğı, ekosistemini olumsuz yönde etkilemektedirler (Ertürk vd., 2006: 74).
- Son dönemde dünyadaki doğa araştırmacılarının yaptıkları incelemeler sonucu elde ettikleri verilerde güneş panellerinin birçok deniz böceğı çeşidi için “sahte yaşam alanı” oluşturabildiğini tespit etmişler ve bu böcekler, panellerin yansıtıcı yüzeyini deniz suyu ile karıştırıp yumurtalarını oraya bıraktıkları sonucuna varmışlardır (www.yesilekonomi.com, 2018).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI İÇERİSİNDE GÜNEŞ ENERJİSİ: KARAPINAR İLÇESİ SWOT ANALİZİ

Günümüzde kullanımı artmaya başlamış olan yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde güneş enerjisi ve Konya Karapınar örneğinin SWOT Analizi ile incelenmesi bu çalışmanın temel amacıdır. Bu doğrultuda, bu bölümde, Konya Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi örneğine ilişkin SWOT Analizi yapılmıştır. Bu kapsamda, Konya Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi ele alınmış ve güneş enerjisinden elektrik üretimi elde edilmesine yönelik yatırımlar SWOT matrisi ile incelenerek durum analizi yapılmıştır.

3.1. Karapınar İlçe Ekonomisine Genel Bir Bakış

Konya il sınırlarında yer alan Karapınar, 37°42' K enlemi ile 33°33' D boylamları arasında bulunmaktadır. İl merkezine 102 km uzaklıkta yer alır. Karapınar'ın deniz seviyesinden yüksekliği 1.026 metredir. Kuzeyinde Aksaray ili, güneyinde Karaman ili, batısında Konya'nın Karatay ve Çumra ilçeleri ve doğusunda Ereğli ilçesi yer alır. Karapınar'ın yüzölçümü 2.940 km²'dir. 2018 yılı sonu itibarıyla ilçe nüfusu yaklaşık 50.000'dir. Yaz ayları genellikle sıcak ve kurak; kış ayları ise çok sert soğuktur. Bu iklim yapısına bağlı olarak bitki örtüsü oldukça zayıftır. Sıcaklık farkı çok fazladır. Bunun temelinde yer alan etken ise ilçede çöl etkisinin fazlaca hissedilir olmasıdır (MEVKA, 2012: 2). Yıl içerisinde sahip olduğu sıcaklık ortalaması 10,9 °C'dir. En yüksek sıcaklık değerine ulaşılan ay ortalaması (Temmuz) 22,6 °C iken en düşük sıcaklık değerine ulaşılan ay ortalaması da (Ocak) 0,4 °C'dir. Karapınarda bir diğer sık oluşan doğa olayı rüzgâr erozyonudur. Çünkü ilçe Türkiye'de en az yağış oranına sahip bölgelerden birinde yer almaktadır.

İlçenin en önemli ekonomik faaliyet kolları tarım ve hayvancılıktır. Karapınarda geçmişten günümüze kuru tarım ve mera hayvancılığı en fazla yapılan ekonomik faaliyet koludur (Aydın, 2006: 70). Fakat ilçede özellikle 2000'lerden sonra Karapınar ve Hotamış ovalarında yeraltı sularının etkisiyle sulu tarım alanlarında artış meydana gelmiştir. Konya Kapalı Havzası içinde yer alan Karapınar

çevresinde son yıllarda yaşanan kuraklık ve değişen tarım yapısına bağlı olarak çeşitli çevre sorunları ortaya çıkmaktadır. Bölge Türkiye’de yıllık ortalama yağışın en az görüldüğü alanlardan biridir (MEVKA, 2012: 2).

Konya tarımının %7,5’i Karapınar ilçesinde sürdürülmektedir. İlçenin ekilebilir tarım arazisi alanı 1,535 milyon dekar’dır. Fakat bu alanın sadece %25’lik kısmında (400 bin dekar) sulu tarım yapılabilmektedir. İklim özelliklerinin kurak, toprak yapısının genellikle verimsiz olması sebebiyle, ilçede sürdürülen tarımsal faaliyetlerden iki yılda bir verimli ürün elde edilmektedir. Tarımsal etkinliklerin %90’ı tahıl tarımıdır. Bunlardan en çok arpa elde edilmektedir. Bunun sebebi ise arpanın buğdaya oranla maliyetinin düşük olması ve arpanın verimsiz arazilerde de yetiştirilebilmesidir. İlçede en çok yetiştirilen ürünler buğday, arpa ve mısırdır. Bunlardan en çok ekim alanına sahip olan ürün ise %30,19 ile durum buğdayıdır. Konya ve Türkiye ortalamalarının oldukça üstünde bir orana sahiptir. İkinci sırada %20,1 oranla arpa gelmektedir. Karapınar ilçesinde elde edilen arpa verimi Konya ortalamasının altında ama Türkiye ortalaması üstündedir. Son olarak ilçede mısır ekim alanı toplam alanın %12,30’una denk gelmekte ve 973 kg/da verim alınmaktadır (MEVKA, 2014: 6).

İlçede yer alan çayır-mera ve ormanlık alanın %98,48’ini çayır-mera %1,52’sini de ormanlık alan oluşturmaktadır. Ayrıca Karapınar’ın çayır-mera alanı Konya’nın %17,13’ünü, TR52 bölgesinin %12,40’ını ve Orta Anadolu Havzası’nın ise %14,55’ini oluşturmaktadır. İlçenin ormanlık arazisi ise toplam Konya ilinin %0,37’sini, TR52 bölgesinin %0,29’unu ve Orta Anadolu Havzası’nın ise %1,38’ini oluşturmaktadır. Karapınar ilçesinde bulunan çayır-mera arazisi Konya ilinin büyük bir payını temsil etmektedir. Karapınar ilçesi yem bitkileri ekilişi bakımından da Konya’nın potansiyeli yüksek ilçelerindendir. 62.800 dekar ile yonca bu bitkiler arasında ilk sırada yer almakta bunu 11.000 dekar ile silajlık mısır izlemektedir. Karapınar ilçesi yonca bitkisi bağlamında kendi kendine yeten ayrıca fazla kısmı da ilçe dışına satılarak gelir sağlayan bir durumdadır (MEVKA, 2014: 8-9).

Karapınar ilçesi özellikle küçükbaş hayvancılık potansiyeli en yüksek olan ilçelerin başında gelmektedir. Büyük çayır-mera alanlarının bulunması bu

potansiyelin ortaya çıkmasında etkin bir faktördür. Son zamanlardaki suni mera arazilerindeki artış ve suni mera arazilerinin devlet tarafından desteklenmesi hayvancılık potansiyelinin artışında çok önemli bir etkidir. Yıllar içerisinde ortaya çıkan bu olumlu dışsallıklar küçükbaş hayvan rakamlarında kayda değer artış sağlamıştır (MEVKA, 2014: 10).

Bu faktörler dışında ilçede diğer ekonomik faaliyetler yok denecek kadar azdır. Bu sebeple güneş enerjisi bölgede sanayi anlamında da büyük bir gelişim ortaya çıkaracaktır.

3.1.1. Karapınar İlçesi Güneş Enerjisi Potansiyeli

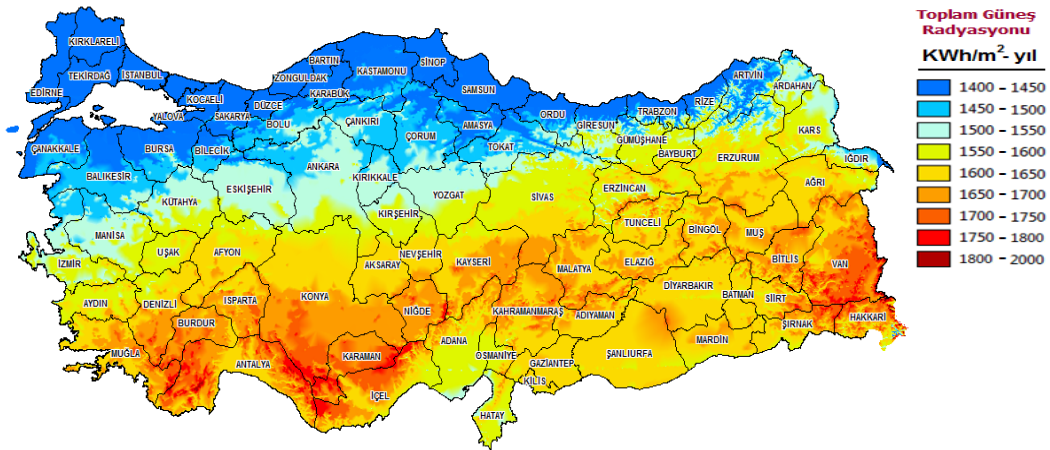
Önümüzdeki yıllarda yeryüzündeki nüfusun büyük oranının şehirlerde yaşayacağı tahmin edilmektedir. Bununla birlikte artan sanayi ve beraberindeki enerji ihtiyacı, küresel olarak iklim değişikliği ile çevresel değişimlere neden olmaktadır. Bundan kaynaklı olarak Dünyada yeni enerji kaynakları arayışına girmiş, yenilenebilir enerjiye odaklanma süreci başlamıştır.

Ülkemiz, güneş enerjisi bağlamında termal kurulu yapı düzeyinde dünyada ikinci sırada olmasına karşın, güneş ışığından elektrik elde edilmesi konusu, deneme ve ar-ge amaçlı faaliyetlerin ilerisine geçememiştir. Bu yatırımların yapılması, ülkelerin izlediği enerji politikalarına, enerji bağımlılıklarına ve sağladıkları teşviklere bağlıdır. Ülkemizde mevcut durumda verilen teşvikler, güneş ışığı kaynaklı elektrik üretim tesisleri yatırımlarının ortaya çıkmasını artıracak düzeyde değildir. Bunun yanında, Ülkemizde bu yatırımların daha tercih edilebilir olması için ilgili mevzuat düzeyinde süren çalışmalar, sektörde faaliyetini sürdüren ve ayrıca sektöre yatırım yapacak yerli ve yabancı sermaye sahiplerince yakından izlenmektedir. Yasal düzenlemelerin yanında, yerel düzeyde yapılacak bazı girişimler, yatırımlar için gereken altyapının sağlanması, güneş enerjisi yatırımlarının daha cazip hale getirilmesi bağlamında çok büyük öneme sahiptir. Tüm Dünyada olduğu gibi Türkiye’de de yenilenebilir kaynaklara yönelik çalışmalar son zamanlarda, özellikle de mevzuat ve yasal bağlamda çalışmalar hız kazanmıştır. Türkiye enerji değeri yüksek fosil yakıtlar kapsamında kaynak potansiyeli oldukça

sınırlı bir kapasiteye sahiptir. Ülkemizde tüketilen petrolün %93'ünü, doğalgazın %97'sini ithal eden ve tükettiği elektrik enerjisinin büyük bölümünü ithal kaynaklardan sağlanması hem ekonomik hem de ulusal güvenlik yönünden bir zafiyet oluşturmaktadır. Bu sebeple yenilenebilir kaynaklara özellikle ülkemiz bu konuda oldukça elverişliken bu kaynaklara yatırımlarının cazip hale getirilmesi son derece önemlidir (Hata! Köprü başvurusu geçerli değil., 2019: 1-3).

Yıl boyu alınan güneş ışınımı bakımından ülkemizin en verimli bölgeleri, güneye en yakın bölgelerdir. Ancak bu yakınlık, yatırım yapılabilir bölge anlamında değerlendirildiğinde, kıyı şeridinde konumlanmış bölgelerin yatırıma en uygun bölgeler olmadığını ortaya koymaktadır. Güneş enerjisine dayalı elektrik üretim tesisleri, yatırım ve işletme süreçleri açısından değerlendirildiğinde, fosil yakıtlar, rüzgâr ve hidroelektrik santralleri gibi enerji üretim santrallerine yakın süreçlere sahiptirler. Güneşten elektrik üretim santralleri için kurulum yeri seçilirken sahanın güneş enerjisi potansiyelinin tesis kurulum ve işletim maliyetlerinin doğru belirlenmesi son derece önemlidir. Bu değerlendirmenin yapılması için kurulum sahası ile ilgili olarak aşağıdaki kriterlerin dikkate alınması gerekmektedir.

Şekil 3.1. Türkiye Güneş Enerjisi Atlası

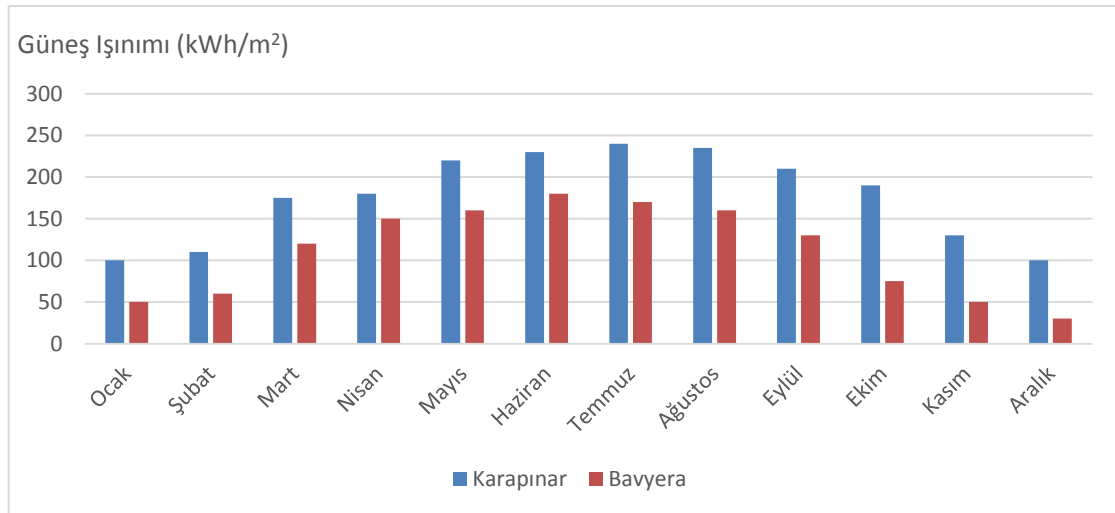


Kaynak: http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx

Şekil 3.1.'de verilen güneş ışığı atlasından da görüleceği gibi, Konya-Karaman bölgesi Ülkemiz güneş enerjisi yatırımlarının yapılması için en yüksek potansiyele sahip olan bölgelerinin başında gelmektedir. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesinin fizibilite etüdü 2012 yılı içerisinde bitirilmiş olup; Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığının talebi ile Bakanlar Kurulu'nca ilan edilmiştir. Bölge şekilde de görüleceği üzere güneş radyasyonunun yıllık 1650-1700 kWh/m² olan alanda yer almaktadır. Bu bağlamda Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi Türkiye sınırları içerisinde güneş ışıını yüksek değer aralığında yer alan bir bölgede konumlanmaktadır (Saner, 2015: 136).

T.C. Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı'nca sürdürülen çalışmalar ile 08.01.2011 tarihli Resmi Gazete'de yer alan ve 2013 yılı bitimine kadar toplam 600 MW'lık kapasite ile kota edilen güneş ışığından elektrik elde edilmesi yatırımları için lisans alınabilecek yerler sıralanmıştır. Bu çalışma neticesinde toplamda 27 bölgede yatırım onayı verilmiştir. Bu 27 bölge içerisinde en çok kapasiteli üretim izni verilen il Konya olmuştur. Konya ili içerisinde yer alan büyük oranda düz, engebesiz ve tarıma uygun olmayan saha alanı ile güneş ışığından elektrik üretim santrallerinin en fazla yer alacağı bölge olarak önümüzdeki süreçte yatırımcıların cazibe merkezi olmayı sürdürecektir (Karaca vd., 2011: 282-285).

Şekil 3.2. Karapınar ve Bavyera Bölgelerinin Güneş Işınıımı Miktarlarının Karşılaştırılması



Kaynak: www.konyadayatirim.gov.tr

Konya, güneş enerjisi alanında hali hazırdaki durumu ve taşıdığı potansiyeli göz önüne alındığında Türkiye'nin önde gelen illerinden biridir. Güneş radyasyon değerlerinin yüksekliği, engebesiz ve elverişli arazilerin bulunması, güneş tarlası yatırımları için cazip oluşu ve sektör özelinde faaliyet gösteren pek çok firmanın bulunması gibi etkenlerle diğer bölgelere kıyasla önemli üstünlüklere sahiptir.

Karapınar ilçesinin güneş ışığından elektrik üretimi için Ülkemizde yer alan en uygun bölge olduğu tescillenmiştir. Bunun yanında güneş enerjisi yatırımları bağlamında yer seçimine etki eden faktörler incelendiğinde ilçenin aynı şekilde Türkiye'nin en çok yatırım potansiyeline sahip olan bölgesi olduğu görülmektedir.

Şekil 3.2.'de görülebileceği gibi güneş ışığından elektrik üretim sektöründe dünya liderleri arasında yer alan Almanya'nın, en çok güneş enerjisi yatırımlarının bulunduğu bölgesi Bavyera ile Konya/Karapınar bölgesi arasında bir karşılaştırma yapıldığında, Karapınar ilçesinin güneş ışıyım değerleri bakımından oldukça üstün değerlere sahip olduğu görülmektedir (www.konyadayatirim.gov.tr, 2018: 58).

3.2. Literatür Çalışması

Ulusal ve uluslararası literatürde güneş enerjisi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktayken, güneş enerjisini SWOT analizi ile inceleyen çalışma oldukça az bulunmaktadır. Bu başlık altında güneş enerjisini SWOT analizi ile inceleyen çalışmalar ve konu özelinde bağımsız olarak güneş enerjisi ile ilgili çalışmalar kronolojik olarak verilecektir.

Yılmaz (2018)'ın *“Türkiye’de ve Dünya’da Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Durumu”* isimli yüksek lisans tezinde, tarih öncesi çağlardan günümüze kadar uzanan konvansiyonel enerji kaynaklarının yanında, yenilenebilir enerji kaynakları incelenmektedir. Bu amaçla, yenilenebilir kaynakların potansiyel, maliyet ve ekonomik etki analizleri yapılmıştır. Türkiye'nin genel enerji durumu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliği “SWOT Analiz” yöntemi ile incelenerek ele alınmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye'nin, yenilenebilir enerji türleri bakımından zengin bir ülke olduğu, mevcut ekonomik ve teknolojik

dinamikler göz önünde bulundurulduğunda, yatırım yapabilmesi için en uygun sektörün rüzgar enerjisi olduğu ileri sürülmüştür.

Sülükçüler (2018)'in “*Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Ortaya Çıkmasında Kamu Teşviklerinin Etkisi: OECD Ülkeleri ve Türkiye Karşılaştırması*” isimli yüksek lisans tezinde, her bir OECD ülkesinde uygulanan yenilenebilir enerji politikaları ve teşvikleri açıklanmıştır. OECD ülkelerinde yenilenebilir enerji gelişimine etki eden faktörlerin, uygulanan politikalar ve teşvik mekanizmaları rolünün belirlenebilmesi amacıyla, 1995-2014 veri aralığı incelenmektedir. Granger Nedensellik Analizi ve Varyans Ayırıştırma uygulanmıştır. Birincil enerji arzında yenilenebilir enerjinin payı ile; kamu harcamaları, doğal kaynaklardan elde edilen kira bedeli, enerji ithalatı, fosil kaynaklardan elektrik üretimi, tüketici fiyat endeksi (enerji), kişi başına GSYH, yenilenebilir enerji tüketimi, karbon emisyonları ve uygulanan yenilenebilir enerji politika sayısı arasında nedensellik ilişkisi incelenmiştir.

Karalı (2017)'nin “*Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye ve Dünya Ekonomisine Katkısı*” isimli yüksek lisans tezinde yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ve Dünya ekonomisine katkılarını değerlendirmek amaçlanmaktadır. Bu kapsamda enerji kavramı, yenilenebilir enerji kaynakları, Dünya’da ve Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı detaylı şekilde incelenmiş olup yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya ve Türkiye ekonomilerine sağlamış olduğu rasyonel ve potansiyel katkıları değerlendirilmiştir.

Havan (2017)'in “*Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Politikası: Tr42 Doğu Marmara Bölgesi Örneği*” isimli yüksek lisans tezinde Türkiye’de yenilenebilir enerji politikasına dikkat çekmekte ve TR42 Doğu Marmara Bölgesi örneğini SWOT analizi metoduyla ele almaktadır. Çalışmada enerji ekonomisi ve enerji politikası kavramsal çerçevede açıklanmış enerji tüketimi ve enerji ithalatının ekonomi ile olan ilişkileri ele alınmış; TR42 Doğu Marmara Bölgesinde yenilenebilir enerji imkanları üzerinde durularak örnek bir SWOT analizi yapılmıştır. Çalışma sonucunda, TR42 Doğu Marmara Bölgesi firmalarına doğru bir yol haritası çıkartılıp, etkili stratejiler ve politikalar oluşturulursa Türkiye’deki yenilenebilir enerji sektörüne ve Türkiye

ekonomisine enerji tüketiminin ekonomik büyüme ile olan doğrudan ilişkisi nedeniyle pozitif etki yapacağı ifade edilmiştir.

Kafumba (2017)'nin *“Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Malawi'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Üzerine Bir Değerlendirme”* adlı yüksek lisans tezinde Malawi'deki güncel enerji talebini ve tedarikini değerlendirmekte, büyük enerji kaynaklarını, onların hâlihazırdaki kullanım durumunu ve bununla birlikte, ülkenin elektrik tedarikine potansiyel katkılarını incelenmektedir. Aynı zamanda Malawi'nin coğrafi konumunu ve bu konum sebebiyle nasıl yıl boyunca büyük ölçüde güneş ışığına maruz kaldığını tartışılmakta ve son olarak güneş enerjisinin kullanımı ile enerji tedarikine karşı olan güçlükleri yenmek için uygulanması gereken stratejileri tanımlanmaktadır. Çalışma sonucunda, sürdürülebilir sosyal ve ekonomik büyümenin bir önkoşulu olan yeterli ölçüde modern enerji tedarikinin sağlanması için kullanılabilecek stratejilerin altı çizilmektedir.

Kılıç (2015)'in *“Yenilenebilir Enerji Kaynakları Bakımından Türkiye'nin Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Harekete Geçirilmesine Yönelik Stratejiler”* yüksek lisans yenilenebilir enerjinin zorunlu olduğu, hızla artan nüfus, kentleşme ve ilerleyen teknoloji ile beraber enerji talebinin de artarak süreceği belirtilmekte olup; enerji talebinin sağlanmasında çağdaş yaşantımızda fosil köken ağırlıklı kullanılan enerjiler yerine, çevreye duyarlı, küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olmayan, dünyaya dost ve ekonomide dışa bağımlılığı ciddi biçimde azaltan enerjiler olan yenilenebilir enerjilerin kullanımının artırılması gerektiği açıklanmaktadır. Çalışma sonucunda, enerjide dışa bağımlılık seviyesinin düşürülmesi amaçlı yenilenebilir olan enerji kaynaklarına önemli ölçüde yer verilmesini ve aynı ölçüde kabul edilebilir tasarruf stratejisi dahilinde enerji yoğunluğunun azaltılarak enerjideki verimliliğinin yükseltilmesi amaçlanmasını önerilmektedir.

Çiftçi (2015)'nin *“Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Yerel Yönetimlerde Kullanımının SWOT Analizi. Örnek: Bursa Gürsu Belediyesi”* isimli yüksek lisans tezinde Türkiye'nin sahip olduğu güneş enerjisi potansiyelinin belirlenmesi ve yerel yönetimlerde güneş enerjisi kullanımının öneminin incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla ülkemizin genel

olarak güneş enerjisi potansiyeli incelenmiş ve Gürsu Belediyesi güneş enerji santrali örneği detaylı olarak incelenmiştir.

Özen, Şaşmaz ve Bahtiyar (2015)'ın *“Türkiye’de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Rüzgâr Enerjisi”* adlı makalesinde yeşil ekonomi açısından önemli bir faktör olan rüzgâr enerjisi kavramı üzerinde durulmuş ve bu bağlamda Türkiye’de rüzgâr enerjisinin mevcut durumu incelenmiştir. Netice itibarıyla Türkiye’de rüzgâr enerjisine yönelik gelecek hedeflerine ulaşma konusunda nelerin yapıldığı ve nelerin yapılabileceği genel çerçevede ele alınmıştır.

Mutlu (2013)'nın *“Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Ekonomisi ve Ankara İline Ait SWOT Analizi”* isimli yüksek lisans tezinde yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili genel bir bilgi vererek, Ülkemizdeki mevcut durumunu değerlendirmek, sektöre ilişkin ekonomik yapıyı analiz etmek ve Ankara ilindeki yenilenebilir enerji seçeneklerine değinerek örnek bir SWOT analizi yapmayı amaçlamaktadır. Bu amaçla, yenilenebilir enerjinin genel teorik kavramı ve yenilenebilir enerji kaynakları üzerinde durulmuş; bu kaynaklardan her birinin Ülkemizdeki potansiyeline vurgu yapılmıştır. Türkiye’deki yenilenebilir enerji ekonomisi sektöründen bahsedilmiş ve son bölümde de Ankara ilinde yer alan yenilenebilir enerji seçenekleri bağlamında örnek bir SWOT analizi yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda, Ankara’daki birçok firmanın yenilenebilir enerji sektörüyle ilgilendiği tespit edilmiş, bu firmaların yenilenebilir enerji sektörüne yönelik yatırım yapmış veya yapmaya istekli olan ve ekipman üreten firmalar olduğu öne sürülmüştür.

Çelik (2012)'in *“Türkiye’nin Enerjide Dışa Bağımlılığının Azaltılmasında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Önemi”* isimli yüksek lisans tezinde, fosil yakıtlar yerine kullanılabilecek çevre dostu, sınırsız ömre sahip ve düşük maliyetli yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye açısından önemini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Çalışmada, enerji kaynaklarının tanımlarına, özelliklerine, avantaj ve dezavantajlarına; yenilenebilir enerji kaynaklarının Dünya ve Türkiye açısından potansiyeli, kurulu gücü ve yatırım maliyetleri incelenmiş; fosil yakıtlar ile yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimi, tüketimi, ithalattaki payları ve yatırım maliyetleri karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

Yılmaz (2012)'ın “*Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi*” adlı makalesinde Türkiye’nin mevcut enerji potansiyeli ortaya konmuş ve bu enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi içindeki payları ve gelişimi incelenmiştir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynakları potansiyelin önümüzdeki yıllarda yeterli olup olmayacağı tartışmalarına cevap aranmıştır. Ayrıca çalışma sonucunda, ilerleyen yıllarda güneş enerji kaynağı açısından gelişmelerin yakından takip edilmesi gerektiğini ve elektrik enerjisi üretimi diğer enerji kaynakları ile rekabet edebildiği sürece hızlı bir şekilde potansiyeli devreye almak için çalışmalar yapılması ifade edilmiştir.

Kelecioğlu (2011)'nin “*Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Yatırımlarının Finansmanı, Sorunlar ve Çözüm Önerileri*” adlı yüksek lisans tezinde yenilenebilir enerji yatırımlarının tüm süreçlerini ele almayı ve çalışmanın yatırımcılar için temel bir başvuru kaynağı olması amaçlanmaktadır. Ayrıca çalışmada, finansman sürecinde karşılaşılan sorunlara ve bu sorunları aşabilmek için çözüm önerilerine yer verilmektedir.

Dinçer (2011)'in “*Türkiye’de Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi Potansiyeli- Ekonomik Analizi ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Değerlendirme*” isimli makalesinde özellikle ülkemizin güneş enerjisi potansiyelini dikkate alıp Avrupa Birliği ülkeleri ile karşılaştırmalı bir analiz ve güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminde maliyet analizleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda, ülkemizin, enerjide büyük oranda dışa bağımlılığını azaltmak ve milyarlarca doları her yıl başka ülkelere ödemek yerine tüketicilere çeşitli destek ve teşvikler vererek güneş pillerinin kullanımı özendirilmesi gerektiği öne sürülmüştür.

Güçlüer ve Batuk (2011)'un “*Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBS-ÇÖKA Yöntemi İle Belirlenmesi*” adlı çalışmasında bir ilde kurulacak CSP santrali için en uygun alanların CBS ortamında belirlenmesini amaçlamaktadır. Bu amacı gerçekleştirmek için CBS ortamında Çok Ölçütlü Karar Analizi (ÇÖKA) yöntemi Konya İli için uygulanmıştır. Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası (GEPA), il sınırları, sayısal yükseklik modeli, eğim, çevre koruma alanları, kuş göç yolları,

göller, nehirler, deprem fay hattı, enerji nakil hattı, trafo merkezleri, havalimanları, demiryolu, karayolu, rüzgâr elektrik santralleridir (RES). Uygulama bölgesi olan Konya'nın çok geniş bir yüzölçümüne sahip olması ve güneş enerjisinden elektrik elde etme potansiyelinin de yüksek olması, örnek bölge olarak seçilmesinde önemli bir rol oynadığı ifade edilmiştir.

Ağaçbiçer (2010)'ın *“Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan SWOT Analizler”* isimli yüksek lisans tezinde tarih öncesi çağlardan günümüze kadar uzanan konvansiyonel enerji kaynaklarının yanında yenilenebilir enerji kaynakları incelemeyi amaçlamaktadır. Bu amaçla, yenilenebilir kaynakların potansiyel, maliyet ve ekonomik etki analizleri yapılmıştır. Türkiye'nin genel enerji durumu ve yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliği SWOT Analizi metodu ile incelenmiştir.

Akkuş (2010)'un *“Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Alternatif Bir Kaynak Olarak Rüzgâr ve Güneş Enerjisinin Değerlendirilmesi”* isimli yüksek lisans tezinde Türkiye'nin sahip olduğu enerji kaynakları ayrı ayrı incelenerek, mevcut durum ve sahip olunan potansiyeli daha verimli olarak kullanabilme imkânları araştırılması amaçlanmıştır. Ayrıca enerji sorununun çözümüne ilişkin bazı öneriler sunulmuştur. Çalışma sonucunda, Türkiye enerji yatırımları noktasında son yıllarda olumlu bir seviyede olduğu; yenilenebilir enerji kaynakları bakımından zengin ancak kullanımı yetersiz seviyede olduğu ifade edilmiştir.

Karataş (2009)'ın *“Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Rüzgâr ve Güneş Enerjilerinin Yeri”* adlı yüksek lisans tezinde, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgâr ve güneş enerjisinin detaylı bir şekilde incelenmesi amaçlanmaktadır. Dünya ve Türkiye için, birincil ve nihai enerji üretimleri ile tüketimleri ele alınmış, Türkiye'nin enerji ihtiyacında dışa bağımlılığı ve çözüm alternatifleri incelenmiş, Türkiye'nin dışa bağımlı enerji ihtiyacını karşılaması konusunda rüzgâr ve güneş enerjilerinin önemi vurgulanmıştır.

Varınca ve Gönüllü (2006)'nın *“Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma”* adlı

makalesinde yenilenebilir enerji kaynakları arasında hem sahip olduğu mevcut potansiyel hem de üretim teknolojileri bakımından farklı ve önemli bir yeri olan güneş kaynaklı enerji üretim sistemleri, Türkiye'nin güneş enerji potansiyeli ve bu potansiyeli kullanma derecesi ve yöntemi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, Türkiye için güneş enerjisinden etkin ve yaygın bir şekilde faydalanmak için önerilerde bulunulmuştur.

Eskin (2006)'in “*Türkiye’de Güneş Enerjisi Araştırma ve Geliştirme*” isimli makalesinde ülkemizde güneş enerjisi konusunda yapılan bilimsel araştırmalar, araştırma ve geliştirme çalışmaları ile güneş enerjisinin enerji, çevre, teknolojik gelişmeler ve ekonomik yönü açısından ülkemizdeki gelişimini ve birbirleri ile olan ilişkisini ele alan çalışmaları açıklamaktır. Çalışma ülkenin güneş enerjisi potansiyeli ve Türkiye 'deki güneş enerjisi aktivitelerini açıklayarak bu enerji ile çalışan sistemleri kısaca ele almakta ve bu konuda yapılan çalışmaları özetlemektedir.

Akbulut ve Dikici (2004)'nin “*Elazığ İli'nin Rüzgar ve Güneş Enerjisi Potansiyeli*” adlı makalesinde Elazığ'ın yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ve güneş enerjisi potansiyeli araştırılmış ve bu kaynakların kullanıldığı taktirde sağlayacağı yararlar tartışılmıştır. Çalışma sonucunda, enerji konusunda dışa bağımlılığı çok yüksek olan bir ülke olan Türkiye'nin elindeki statik enerjiyi mutlaka kinetik enerjiye dönüşmesi gerektiği; sahip olduğu statik enerjiler arasında özellikle güneş ve rüzgâr enerjisi yeşil ekonomi açısından ön plana çıkmasını; bu kaynakların sürekliliği ve düşük maliyetli olmaları yatırım yapılması açısından bunları cazip kılmakta olduğu; ülkemiz açısından da bu kaynaklar bakımından oldukça yüksek potansiyelin varlığı bilimsel olarak kabul edilmesi gerektiği öne sürülmüştür.

3.3. Metodoloji

Ülkemizde giderek artan enerji talebine cevap verebilmek için hali hazırdaki kaynakların etkin kullanılması gerekmektedir. Bu doğrultuda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması için birçok çalışma yapılmaktadır. Bulunduğu konum itibarıyla ülkemizde güneş enerjisi için oldukça yüksek bir potansiyele sahiptir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı, günümüzdeki önemi sebebiyle yenilenebilir enerji

kaynağı olan güneş enerjisini Karapınar İlçesi ışığında incelemektir. Bu amaçla Karapınar ilçesine yapılan güneş enerjisi yatırımlarının güçlü ve zayıf yönleri ile fırsat ve tehditlerinin belirlenmesine yönelik bir durum analizi (SWOT) yapılmıştır.

SWOT analizi, bir konu hakkında yöntem belirleme ve karar verme sürecinde en çok kullanılan teknik bir yöntemdir. Bir bölge, kurum veya işletmenin yönetim stratejilerini ve potansiyellerini ortaya çıkarmak için kullanılan en yaygın yöntem SWOT analizidir (Açıksöz vd., 2015: 19). SWOT analiziyle içsel ve dışsal etkenleri dikkate alarak en ileri düzeyde yararlanılacak güçlü ve büyük fırsatların yararlandığı noktalara odaklanıp zayıf yanları ve tehdidi en aza indirgeyecek planlar ve stratejiler geliştirilmesidir.

SWOT analizi çoğu zaman bir plan geliştirme ya da sorunu tanımlama ve/veya çözüm bulma aşamalarında kullanılmaktadır. Diğer bir ifadeyle SWOT analizi hem ülke yönetimi ve ekonomisi hakkında hem de yerli ve yabancı yatırımcılar hakkında bilgi vermektedir (Öztürk, 2015: 113).

Strateji yönetiminin en önemli ölçüm yöntemlerinden biri olan SWOT analizi, bölge, kurum veya organizasyonun iç ve dış çerçevesinin değerlendirilmesini sağlayan bir analiz tekniğidir. SWOT analizi, çevre faktörlerinin olumlu ve olumsuz yanlarını detaylı şekilde incelemek için kullanılan bir analizdir. SWOT İngilizce kelimelerin baş harflerinden oluşan bir kısaltmadır (Certo, 1994: 31).

S (Strength), Güçlü Yönler: Ele alınan stratejinin güçlü ve üstün olan yönlerinin tespit edilmesi demektir.

W (Weaknesses), Zayıf Yönler: Ele alınan stratejinin güçsüz ve zayıf yönlerinin ortaya çıkarılmasıdır.

O (Opportunities), Fırsatlar: Ele alınan stratejinin sahip olduğu fırsatları açıklar.

T (Threats), Tehditler: Ele alınan stratejinin karşı karşıya kaldığı tehditleri açıklar.

SWOT analizi bir bölge, kurum veya organizasyonun tekniğini göz önünde bulundurarak güçlü ve zayıf yanlarını ortaya çıkararak dış çevreden kaynaklanan tehdit ve fırsatları saptamakta kullanılan bir analizdir (Shi, 2015: 674- 676).

SWOT analizinin amacı, güçlü yönleri ortaya çıkarırken zayıf tarafları da düzeltmek için gereken durumları tanımlamaktır. Ayrıca oluşabilecek tehditler ve yaratılabilecek fırsatlar da detaylı bir şekilde belirlenip bu çerçevede değerlendirilmektedir (Janeckova, 2003: 32).

3.4. Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Güneş Enerjisi: Karapınar İlçesi SWOT Analizi

Çalışma ile ilgili yapılan analizin daha detaylı şekilde incelenebilmesi için güçlü- zayıf yönler, fırsat ve tehditler alt başlıklara ayrılmıştır. İlçenin sahip olduğu potansiyelleri ortaya koyarken çeşitli başlıklar altında incelemek daha sağlıklı olacaktır. Bundan dolayı SWOT’u oluşturan her başlık dört alt başlığa ayrılarak konu daha detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmıştır.

3.4.1. Güçlü Yönleri ve Fırsatlar

Güneş ışığından elektrik üretimi, dünya üzerinde gittikçe önemi artan bir konu haline gelmiştir ve Türkiye birçok ülkeye oranla güneş enerjisi potansiyeli bakımından stratejik avantajlara sahiptir. Yüksek düzeyde güneş ışını düşüyor olması ve güneşlenme süresinin oldukça uzun olması sebebiyle, Karapınar ilçesi, güneş ışığından elektrik elde edilmesine yönelik yatırımlar bakımından Ülkemizde önde gelen bölgelerden biridir. Türkiye’de güneş ışığından elektrik üretimine yönelik yatırımlara olan talebi yükseltmek amacıyla, Konya Valiliği ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı’nca bir proje başlatılmıştır. Konya İli sınırları içerisinde yer alan, Karapınar İlçesindeki 5.958,7 hektarlık alan, (1. Bölüm-2.718,6 hektar, 2. Bölüm-3.240,1 hektar) Resmî Gazete ‘de yayınlanan 08.09.2012 tarihli ve 28405 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi (EİEB) olarak ilan edilmiştir (SÇD Raporu).

Bölgede yer alacak olan toplam kurulu gücünün 3.222 Mw olacağı ve bütün bölgede doluluk sağlandığında yıllık toplam 3.345.804.000 kWs elektrik enerjisi üretileceği tahmin edilmektedir (Mevlâna Kalkınma Ajansı, 2011: ix). Enerji Bölgesinin tam kapasite durumunda üreteceği 3.345.804.000 kWs elektrik enerjisi, Yatağan Termik Santralının 2013 yılındaki bütün bir yıl içerisinde üreteceği 2.896.665.000 kWs elektrik enerjisinden 1,15 kat daha fazla olacağı öngörülmektedir.

Konya Büyükşehir Belediyesi'nce tasdik edilen Konya İli 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planında; il merkezinde yer alan ilçeler dışında Konya'nın en çok nüfus büyüklüğüne sahip 5. İlçesi olan Karapınar'da yaklaşık 40.000 dolaylarında nüfusun bulunduğu ve ilçe merkezinde bulunan kentsel alanları toplamda 980 hektarlık bir alan üzerinde bulunduğu görülmektedir. Mevcut durumda aktif olan Karapınar Organize Sanayi Bölgesi (OSB) ise 200 hektarlık bir alan üzerinde faaliyet sürdürmektedir (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2015a).

Bölge içerisindeki 5.956 hektarlık alan; kıyaslayacak olursak kentsel alanlardan 6 kat, Organize Sanayi Bölgesinin alanından ise 30 kat daha büyüktür. Bu kadar büyük bir alanı içerisinde bulunduran enerji bölgesinin, en önemli yer seçim kriterlerinden olan verimlilik, çevresel etkiler ve yasal düzenlemeler bağlamında ayrı ayrı incelenmesi ve raporlanması gerekmektedir (Saner, 2015: 135).

Güneş ışığından elektrik üreten santrallerin verimliliğine etki eden en önemli koşullardan biri de bölgenin güneş ışığı potansiyelidir. Üretilen enerji miktarı bölgedeki ışıyım düzeyi ne kadar yüksek ise o kadar artış gösterir. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi güneş atlasına göre güneş radyasyonunun yıllık 1650-1700 kWs/m² olan alanda yer almaktadır. Bu bağlamda Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi Ülkemizde güneş ışıyım değerleri yüksek düzeylerde bulunan bölgede yer almaktadır.

Güneş ışığından elektrik üreten santrallerin verimliliğine etki eden bir diğer nokta yerel iklim koşullarıdır. Santralin yapılacağı bölgedeki iklim durumu, aşırı hava olaylarına neden olabileceği riski bulunmakta ve santralin zarar görmesine

neden olabilmektedir. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesinin bulunduğu coğrafyanın yıllardır ortalama rüzgâr hızı 5,5 m/s olup; bu düzey düşük rüzgâr potansiyeli kategorisinde bulunmaktadır ve faaliyet için risk barındırmamaktadır. Bir diğer açıdan bölgenin yağış istatistikleri; sel, taşkın gibi riskler ile direkt olarak ilişkili olması nedeniyle önemlidir. Bölge yarı kurak bir iklim yapısına sahip olduğundan ve az oranda yağış aldığından sel ve taşkın riski minimum seviyededir (Mevlana Kalkınma Ajansı, 2011: 51). Faaliyet alanıyla ilgili bir diğer etken sıcaklıktır. Ortalama sıcaklık seviyesi aşırı yüksek olan bölgelerde fotovoltaik sistemlerin verimliliği azalmaktadır. Fakat Karapınar'da yer alan bölge ortalama 11,83°C ile risk oluşturan değerlerin oldukça altındadır (Mevlâna Kalkınma Ajansı, 2011: 51).

Güneş ışığından elektrik üreten santrallerin verimliliğine etki eden temel etkenlerden bir başkası ise bölgenin topoğrafik yapısıdır. Genellikler santrallerin yer seçimi yapılırken düz ve güney batı yönlü konum tercih edilmektedir. Santral kurulacak alanda maksimum verimli eğim değeri %1- %3 aralığında olup, alternatif bulunamaması halinde %5 eğime kadar yer seçiminde esneklik sağlanabilmektedir. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesinin konumlandırıldığı arazilerin topoğrafik yapısı ele alındığında her iki alanında %0-3 eğim aralığında bulunduğu ve arazilerin çevresinde ışığı engelleyecek, gölgeleme oluşturacak bir yükseltinin olmadığı tespit edilmiştir (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2015b).

Güneş ışığından elektrik üreten santrallerin verimliliğine etki eden temel etkenlerden bir başkası santral kurulum alanının kullanım durumudur. Yer seçim yapılırken arazideki doğal bitki örtüsü formasyonunun gölgeleme oluşturması verimliliği azaltır. Bunlardan ayrı olarak kurulum zemininin çakmalı montaj sistemlerine göre olması gerekmekte, sert (kayalık-taşlık) arazi yapısı durumunda kurulum maliyetleri de artmaktadır.

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesinin hali hazırdaki kullanımı ele alındığında iki ayrı alanda da otlak ve çalılık formasyonunda zayıf bitki yapısına sahip araziler üzerinde yer almaktadır. Ayrıca birinci bölgede ufak bir alanda sazlık-

bataklık formasyonunda bir arazinin olduğu fakat gölgelemeye neden olmayacağı tespit edilmiştir (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2015b).

Güneş ışığından elektrik üreten santrallerin verimliliğine etki eden temel etkenlerden bir başkası şebeke bağlantısı ve şebeke bağlantısının kapasitesidir. Kurulum alanı ile iletim alanının çakışması ve bunların trafo bağlantısının uygun olması şebeke bağlantısı bağlamında ideal yer seçimi olarak nitelendirilmektedir. Santral alanlarının ulusal şebeke ağına maksimum uzaklığının 10-15 km dolaylarında olması tercih edilmektedir.

Trafo ve iletim hatlarına ulaşım ile alakalı olarak, Karapınar'da 75 MWA kurulu gücü olan Karapınar Trafo Merkezi vardır. Şu an ki durumda Karapınar trafo merkezi bünyesinde 154 kV'lık enerji iletim hatları ile 200 MW dolaylarında yükün iletilmesi olasıdır. Bölgedeki birinci alan trafo merkezinin sınırında olmakla birlikte, ikinci alan trafo merkezine kabaca 12 km uzaklıkta bulunmaktadır (Mevlana Kalkınma Ajansı, 2011: 49). Bu açıdan bakıldığında, Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi şebeke bağlantısı ve kapasitesi olabildiğince uygun bir şekilde konumlandırılmıştır.

Yer seçimde önemli olan bir başka faktör ise santral faaliyetlerinin enerji tüketim yerlerine olan yakınlığıdır. Üretilen güneş enerjisinin uzak tüketim yerlerine aktarılması enerji kaybına yol açmakta ve aktarımdaki kayıp oranı verimliliği azaltmaktadır. Karapınar EİEB bu açıdan incelendiğinde Karapınar ilçe merkezine ve Karapınar OSB'ne yakın bir konuma sahip olduğu görülmektedir. Fakat enerji üretiminin yerel olarak değil de kitlesel olarak ürettildiği göz önünde bulundurulduğunda, üretilen enerjinin ulusal enerji iletim koridorları aracılığıyla enerjinin daha fazla olarak tüketilen nüfus bölgelerine aktarılacağı gözükmemektedir.

Diğer yandan nüfusun yoğunluğunun yüksek olduğu yerleşim alanlarına yakın yerlerde trafik, yapılaşma gibi insani faaliyetlerin neden olduğu hava kirliliği vb. unsurlar gölgeleme yaparak verimliliği azaltabilmektedir. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi bu manada değerlendirildiğinde ise etrafında gölgelenmeye

yol açabilecek düzeyde hava kirliliğın neden olabilecek yoğun bir yerleşme alanının olmadığı görölmektedir.

Güneş ışığından elektrik üreten santrallerin yüksek verimliliğe sahip olması için önemli diğeri bir unsur da yer seçiminde erişilebilirliktir. Santralin inşasında ve kurulumu sırasında gerekli olan tüm malzemelerin bölgeye ulaştırılması ve inşaat faaliyetlerinin devam edebilmesi için kamyon, iş makinesi gibi araçların kolay bir şekilde faaliyet bölgesine ulaştırılması gerekmektedir. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi ise bu açıdan bakıldığında, D-330 Karayolu ile bu karayolunun tali bağlantılarına bir hayli yakın bir konumda bulunmaktadır.

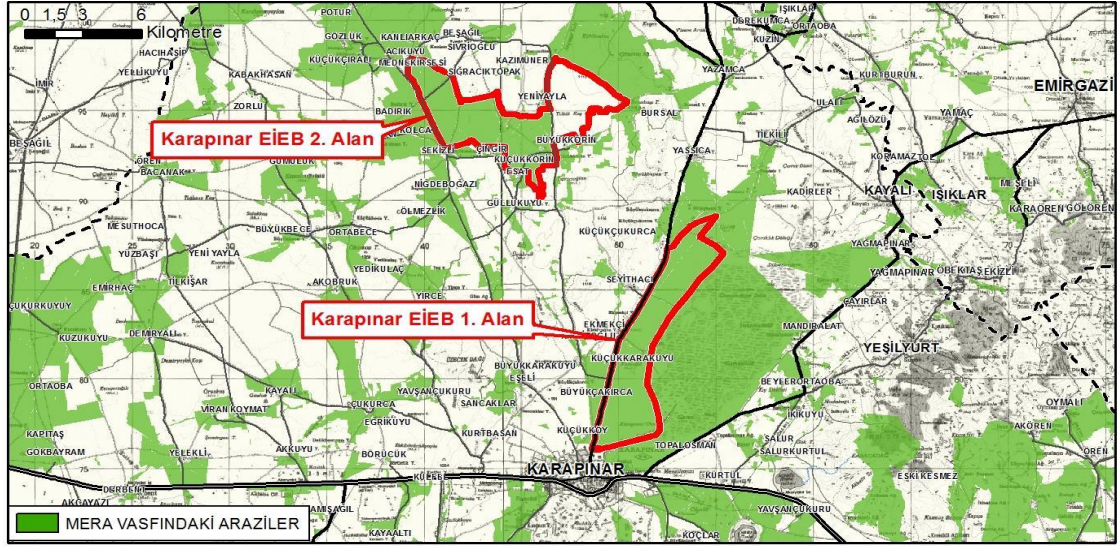
Bölgedeki su kaynaklarına yakınlık da ısıt teknolojili güneş enerji santrallerinin yer seçiminde önemli bir etkidir. Fakat Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi fotovoltaiik teknolojileri ile üretim yapacağından ve fotovoltaiik teknolojilerinde soğutma suyuna ihtiyaç olmadığı için bu kriterin bölge için önemi kalmamıştır.

Santrallerin yer seçimdeki diğeri önemli bir husus ise alanın jeolojik yapısıdır. Santral faaliyet alanının deprem durumu, aktif fay hatlarına uzaklığı ve zemin yapısı önemli bir kriter olarak ifade edilmektedir. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi ise Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre 5. derece düzeyinde yer almaktadır (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2015b).

Santral kurulumu yapılacak arazinin arazi fiyatları ve mülkiyet yapısı da özellikle kurulum maliyetinde önemli kriterler olarak görölmektedir. Çok tapulu ve parçalı kadastral durumdaki alanlar büyük santral alanları için tercih edilmemektedir

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi mülkiyet durumu şekil 3.3.'den göröldüğünde; güneyde yer alan birinci bölgenin tamamının kamu mülkiyetindeki mera araziler kapsamında olduğu, ikinci bölgenin de batısında yer alan alanın büyük bölümünün yine mera araziler kapsamında yer aldığı, doğu bölümünün ise özel mülkiyete ait bir alan olduğu belirtilmiştir (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2015b).

Şekil 3.3. Karapınar EİEB'nin Mülkiyet Durumu



Kaynak: Konya Büyükşehir Belediyesi, (2015b).

Bölgede yer alan arazinin %80'nden fazlası kamu mülkiyetinde olup, mera vasfında yer alan arazilerden oluşmaktadır. 4342 Sayılı Mer'a Kanununa göre farklı enerji kurulum ve faaliyetleri için gerekli arazilerin tahsis amacı değiştirilebildiğinden bu bölgeler yer seçimi bağlamında oldukça üstündür. Bu arazilerden farklı raporlarda da söz edilmekte ve bu raporlarda mera vasfından çıkarılacak araziler olarak değerlendirilmektedir (Mevlâna Kalkınma Ajansı, 2011: 51).

Güneş ışığından elektrik üreten santrallerin ortaya çıkardığı ses diğer enerji tesisleriyle mukayese edildiğinde oldukça düşüktür. Spesifik olarak fotovoltaiik güneş enerji santrallerinin işletme aşamasında gürültü kirliliğine sebep olabilecek hiçbir durum bulunmamaktadır. Bölgede fotovoltaiik teknolojiler kullanılacağından işletmenin faaliyeti halinde bir ses ve gürültü kirliliği oluşturmaz.

2872 Sayılı Çevre Kanunu ve Yönetmelikleri; Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi için yer seçim safhasında daraltıcı bir düzenleme olarak değerlendirilmektedir. Kanun doğrultusunda ÇED yönetmeliği kapsamında 10 Mw ve üzeri güneş santralleri ÇED uygulamasına tabidir.

Fakat 4737 sayılı Endüstri Bölgeleri Kanununa göre enerji bölgelerindeki yatırımlar düzeyinde her bir yatırım için ayrı ayrı ÇED uygulaması gerekmekte bütün bir bölge için alınan ÇED raporu ile muaf olunmaktadır. Mevcut durumda Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi için ÇED uygulaması tamamlanmış olup, yer seçiminde yönetmelik bağlamında bir sorun bulunmamaktadır.

Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği'nin Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi için yer seçimi bağlamında incelenmesi önem teşkil etmektedir. Çünkü bölgenin çevresinde fazlaca sulak alan bulunmaktadır. Fakat bölge ile sulak araziler çakışmadığından dolayı bu konuda da engelleyici yada daraltıcı bir düzenleme yoktur.

Konya Büyükşehir Belediyesi'nce tasdik edilen plan Bakanlık tarafından yayınlanan Çevre Düzeni Planına atıfta bulunularak, Bakanlık tarafından hazırlanan planın sürdürülebilir bir doğrultuda enerji yapılarının koşulsuz destekleneceği ve engellerin kaldırılması için çalışılacağı, güneş enerjisi santrallerinin verimli tarımsal araziler üzerinde yayılma ihtimalinin yükseldiği tespit edilmiştir. Konya Büyükşehir Belediyesi'nce tasdiklenen çevre düzeni planı doğrultusunda; Karapınar ilçesi sınırlarında güneş enerjisi yatırımlarının desteklenmesi ve buna paralel olarak tarımsal açıdan bir korumanın planlanması desteklenmektedir (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2015a).

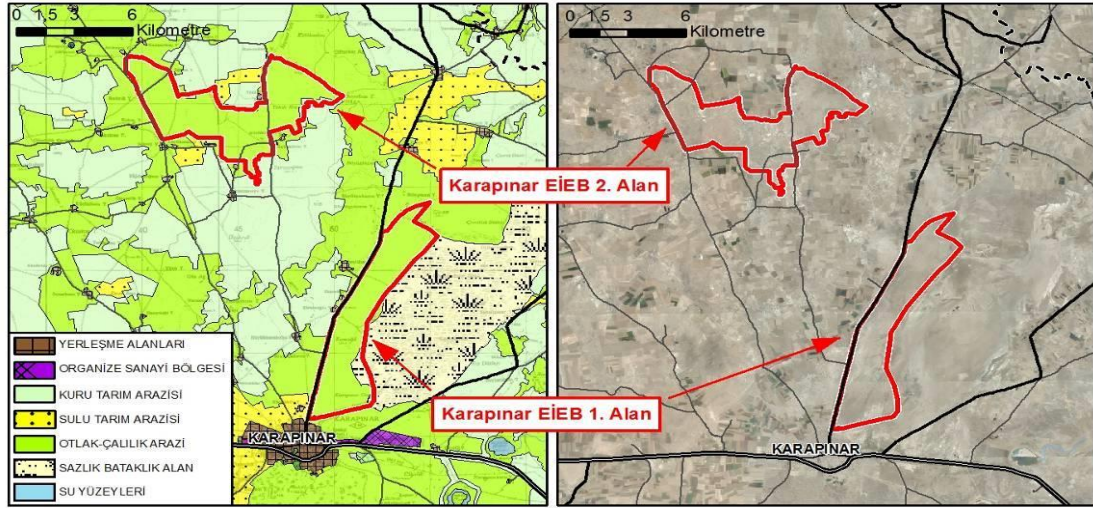
3.4.2. Zayıf Yönler ve Tehditler

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin fotovoltaik modüllerle güneş enerjisinden elektrik üretimi yapılması planlanmaktadır. Bu bağlamda güneş santrallerinin arazi kullanım etkileri, su kaynaklarına ve toprak yüzeyine etkileri, kimyasal madde salınım riski, hava kirliliğine olan etkisi, gürültü kirliliği, görsel olarak oluşacak kirlilik ve buna benzer birçok olumsuz çevresel etkiler barındırmaktadır. Bu dışsallıklar zayıf yönler ve tehditleri oluşturmaktadır.

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin etkilerinin ilk sırasında arazi kullanım etkisi gelmektedir. Santral alanında gölgeleme oluşturmaması ve yangın riski sebebiyle faaliyet alanında vejetasyonun düzenli aralıklarla temizlenmesi

gerekmektedir. Bu işlem de dolayısıyla bitki örtüsünün yok olmasına buna bağlı olarak yeraltı sularının kirlenmesine neden olur. Buna benzer bir diğer olumsuz etki de, kurulum alanındaki toprakta yapılan sıkıştırma ve tasfiye işlemidir. Bu faaliyetler toprağın topoğrafik yapısını farklılaştırmakta bölgede erezyon olaylarının olmasına zemin hazırlamaktadır.

Şekil 3.4. Karapınar EİEB'nin Mevcut Arazi Kullanım Durumu



Kaynak: Konya Büyükşehir Belediyesi, (2015b).

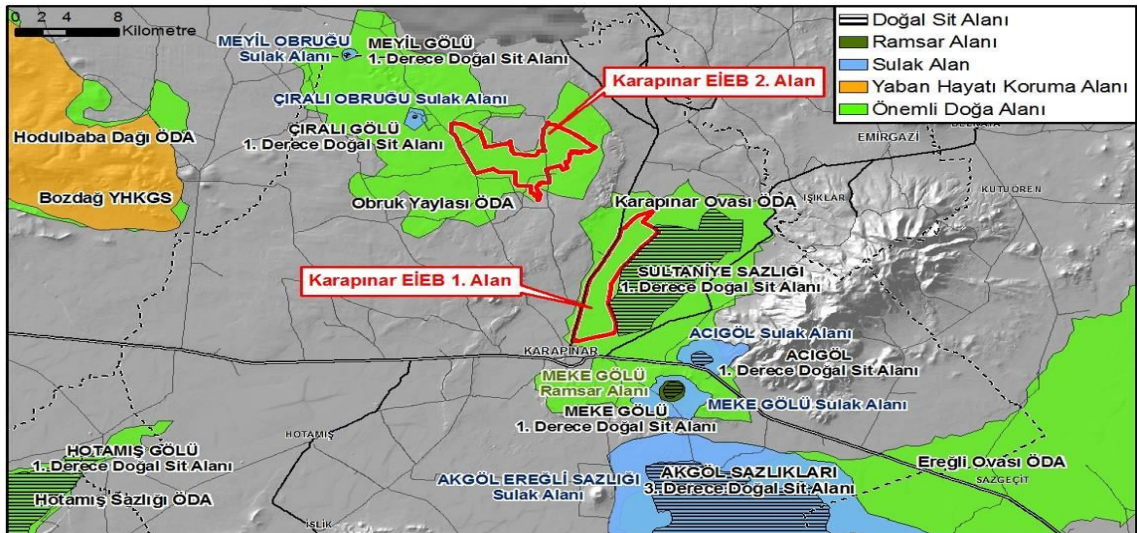
Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'ni ifade eden iki ayrı alanın hali hazırdaki arazi kullanım durumu oluşturan iki alanın mevcut arazi kullanım durumu şekil 3.4.' den incelendiğinde; her iki arazinin de genel yüzeyinin otlak-çalılık formundaki bitki örtüsüne sahip olduğu görülebilir. Fakat birinci bölgedeki arazinin doğu tarafının Sultaniye Sazlıkları ile komşu olduğu ve bu bölgenin bir bölümünün içerisinde olduğu görülmektedir. Bu veriler ışığında bakıldığında birinci bölgede yer alan sazlık-bataklık alanın Sultaniye Sazlıklarına komşu olduğu ve bölgede yapılacak santrallerin bu bölgeye zarar vereceği açıkça görülmektedir.

Ayrıca güneş santrallerinin bulunduğu alanlarda vejetasyonun yok edilmesi, toprak yapısını bozmakta, taşkın, erozyon gibi doğal felaketlere davetiye çıkarmaktadır. Bu itibarla bölgelerdeki yerel yönetimler tahrip olan doğal dengenin etkilerini gidermek ve doğa olaylarına karşı tedbir alabilmek için ek maliyetlere katlanacaklardır.

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin yer seçiminde ekosisteme ve bölgedeki biyolojik çeşitlilik de önemle değerlendirilmesi etkenlerdendir. Güneş santrallerinin kurulumunda yapılan işlemler, vejetasyonun fiziki ve kimyasal metotlarla temizlenmesi ile santrallerin faaliyetleri esnasında çevresinin birtakım yöntemlerle sarılması hayvansal yaşamı da olumsuz yönde değiştirmektedir. Güneş enerji santrallerinin mevcut ekosisteme, bitkisel ve hayvansal çeşitliliğe olan negatif etkileri faaliyet alanlarının büyüklüğü ile paralellik göstermektedir. Farklı ülkelerde mevcut santral alanları yüz hektar ile dile getirilirken, Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin alanı bin hektarlar ile ifade edilmekte; bu denli büyük bir tesisin oluşturacağı çevresel sorunlarda o kadar büyük olacaktır.

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi, Konya Kapalı Havzasında hassas bir bölgede yer almakta, önemli hassas su sisteminin ve doğa alanlarının yer aldığı bir bölgede konumlanmıştır. Şekil 3.5'den görüleceği gibi 1. bölge Karapınar Ovası, 2. bölge Obruk Yaylası üzerinde bulunmaktadır. Her iki bölge de aşırı karstik yapıda olduğu ve yeraltı sularının bu yapılarda obruklar oluşturduğu tespit edilmiştir (Eken vd., 2006: 84-87).

Şekil 3.5. Karapınar EİEB ve Çevresindeki Koruma Alanları



Kaynak: Konya Büyükşehir Belediyesi, (2015b).

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin etrafında sulak alanlar, kuşların göç güzergahları, doğal sit alanları bulunmaktadır. Bölgede yer alan ekosistem açısından özel alanlar; endemik bitkiler ve nesli tükenmekte olan hayvanlar için çok önemlidir. Bölge alanında yer alan obrukların çevresindeki yarlar özellikle yırtıcı kuşlar için önemli bir üreme alanıdır. Bölgede pek çok kuş türünün büyük bölümü yaşamaktadır. Ayrıca bölgede 17 farklı endemik bitki yer almaktadır. Bölge geven (astragalus) türleri açısından zengindir ve Astragalus Gigantostegius bitkisinin dünya üzerinde bir tek bu bölgede yer aldığı bilinmektedir (Eken vd., 2006: 84-87).

Güneş ışığından elektrik üreten santrallerin ortaya çıkardığı yoğun ışık yansıması, sıcaklık değişimi ve termal değişimler, bölgedeki kuşlar diğer canlılar için olumsuz bir durumdur. Bu durum kuşların ölümüne neden olmakla birlikte göç yollarını da değiştirmektedir. Bir diğer açıdan güneş santralleri kurulumunda tahrip edilen bitki örtüsü bölgenin doğal yapısını da tahrip etmektedir.

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin yer seçimi durumunda; faaliyet süresince kimyasal madde salınımı kaynaklı etkenlerde değerlendirilmelidir. Güneş enerji santrallerinin faaliyet esnasında gaz veya sıvı kirletici salınımı diğer konvansiyonel santrallere görece daha düşüktür. Fakat fotovoltaiik panellerde yer alan birtakım maddeler çevresel açıdan yüksek riskli toksik madde bağlamında değerlendirilmektedir. Olası kaza, afet vb. durumlarda bu maddelerin doğaya salınımı çok ciddi çevresel sorunlara neden olmakla birlikte insan ve diğer canlı yaşamı için de tehdit oluşturmaktadır. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin yerleşim yerlerine yakınlığı ve ekolojik olarak oldukça hassas bir bölgede olduğu göz önüne alındığında, oluşacak bir kaza sonucu kimyasal madde kaynaklı etkilerin boyutu oldukça yüksek olacaktır.

Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'ne ait 1. ve 2. bölgenin %80'i kamu mülkiyetindeki mera alanlarıdır. Karapınar ilçesinde hayvancılık faaliyetleri de göz önüne alındığında bu bölgeler yöre halkı için çok büyük önem taşımaktadır. (Konya Büyükşehir Belediyesi, 2015b). Fakat bu bölgelerin tahsis amacının enerji faaliyeti sebebiyle değiştirilmesi durumunda bölge halkının hayvancılık ve kırsal yaşam faaliyetlerinin sekteye uğrayacağı ortadadır.

3.4.3. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi SWOT Matrisi

Karapınar ilçesine yapılması planlanan güneş enerjisi santrallerinin olası durumları yukarıda sayılmıştır. Tüm bu içsel ve dışsal durumlar göz önünde bulundurularak bir SWOT analizi yapılmıştır. Bu analiz neticesinde aşağıdaki Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi SWOT Matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 3.1. Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi SWOT Matrisi

GÜÇLÜ YÖNLER	- Yüksek miktarda güneş ışınımına sahip olması ve güneşlenme süresinin uzun olması, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin bulunduğu coğrafyanın yıllardır ortalama rüzgâr hızı 5,5 m/s olup; bu düzey düşük rüzgâr potansiyeli kategorisinde bulunmaktadır, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi yarı kurak bir iklimsel kuşakta yer aldığından bölgede sel ve taşkın riski azdır, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesinin konumlandırıldığı arazilerin topoğrafik yapısı ele alındığında her iki alanında %0-3 eğim aralığında bulunduğu ve arazilerin çevresinde ısı ışığı engelleyecek, gölgeleme oluşturacak bir yükseltinin olmadığı, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesinin Türkiye Deprem Bölgeleri Haritasına göre 5. derece deprem alanında bulunmaktadır, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nde fotovoltaik teknolojiler kullanılacağından işletmenin faaliyeti halinde bir ses ve gürültü kirliliği oluşturmayacaktır.	ZAYIF YÖNLER	- Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin bulunduğu alan Sultaniye Sazlıklarına komşu olan bir yerde bulunduğu ve bölgede yapılacak santrallerin bu bölgeye zarar vereceği açıkça görülmektedir, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin alanı bin hektarlar ile ifade edilmekte; Bu denli büyük bir tesisin oluşturacağı çevresel sorunlarda o kadar büyük olacaktır, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'ne ait 1. bölge Karapınar Ovası, 2. bölge Obruk Yaylası üzerinde bulunmaktadır. Her iki bölge de aşırı karstik yapıda olduğu ve yeraltı sularının bu yapılarda obruklar oluşturduğu tespit edilmiştir , - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin yerleşim yerlerine yakınlığı ve ekolojik olarak oldukça hassas bir bölgede olduğu göz önüne alındığında, oluşacak bir kaza sonucu kimyasal madde kaynaklı etkilerin boyutu oldukça yüksek olacaktır.

FIRSATLAR	- Konya Valiliği ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (BSEB) tarafından bir proje başlatılmış olması, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi içerisindeki 5.956 hektarlık alan; kıyaslayacak olursak kentsel alanlardan 6 kat, Organize Sanayi Bölgesinin alanından ise 30 kat daha büyüktür, - Bölgedeki birinci alan trafo merkezinin sınırında olmakla birlikte, ikinci alan trafo merkezine ortalama 12 km uzaklıkta konumlanmıştır, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi, Karapınar ilçe merkezine ve Karapınar OSB'ne yakın bir noktada bulunmaktadır, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi çevresinde gölgelenme yapabilecek düzeyde hava kirliliği yaratabilecek yoğun bir yerleşme alanının bulunmamaktadır, - Karapınar EİEB, D-330 Karayolu ile bu karayolunun tali bağlantılarına oldukça yakın bir konumda yer almakta, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'ne ait 1. ve 2. bölgenin %80'i kamu mülkiyetindeki mera alanlarıdır. Karapınar ilçesinde hayvancılık faaliyetleri de göz önüne alındığında bu bölgeler yöre halkı için çok büyük önem taşımaktadır, - Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin ÇED uygulaması tamamlanmış olup bu yönetmelik açısından yer seçiminde engel teşkil edecek bir durum görülmemekte, - Sulak alan bölgeleri enerji bölgesi ile kesişmediğinden ilgili yönetmeliğin Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi'nin yer seçimine yönelik engelleyici bir düzenlemesinin bulunmadığı görülmekte, - Bozdağ Yaban Hayatı Koruma Sahası sınırları Karapınar EİEB ile çakışmadığından ilgili yönetmeliğin Karapınar EİEB'nin yer seçiminde kısıtlayıcı bir düzenleme olmadığı görülmektedir.	TEHDİTLER - Güneş enerji santrallerinin kurulumunda gölgeleme ve olası bir yangının engellenmesi için faaliyet alanında vejetasyonun temizlenmesi gerekmekte ve bu işlem faaliyet süresince faaliyet alanındaki bitki örtüsünün yok edilmesine ve yer altı sularının kirlenmesine neden olmaktadır, - Faaliyet alanındaki toprakta yapılan sıkıştırma ve tesviye işlemleri, arazinin topoğrafik yapısını değiştirmekte, bu değişim doğal drenaj kanallarını bozmakta ve toprağın o bölgede azalarak erozyona uğramasına neden olmaktadır, - Güneş enerji santrallerinin çevrelerinde yarattığı yoğun ışık yansıması ve termal dengenin değişimi kuşlar ve diğer canlıları olumsuz etkilemektedir. Bu etki kuşların ölmesine neden olmakla birlikte, göç hareketlerini de değiştirmektedir, - Bölgede yer alan mera arazisinin tahsis amacının enerji faaliyeti sebebiyle değiştirilmesi durumunda bölge halkının hayvancılık ve kırsal yaşam faaliyetlerinin sekteye uğrayacağı ortadadır.
-------------------------	---	---

SONUÇ

Yenilenebilir enerjinin gemişı fosil kaynaklar kadar gemişı dayanmamaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, gerek fosil kaynakların arzında yaşanan güvenlik sorunları ve gerekse de çevreye ve insan sağlına verdiği zararlar sebebiyle enerji dünyasında artış göstermiş olup, ülkeler daha evre dostu bu kaynakların önemini anlamışlardır. Bu etkenler yenilenebilir enerji kaynaklarının dünya üzerinde kullanım oranını günden güne daha çok artırmaktadır. Başlıca yenilenebilir enerji kaynaklarımız rüzgâr, jeotermal, hidrolik, güneş ve biyo-küttedir. Günümüzde artık tüm Dünya lkelerinde fosil yakıtların yerine, sürdürebilir, temiz ve güvenli olan yenilenebilir enerji kaynakları hayata geçirmek için yoğun bir çaba başlamıştır.

Dünya üzerinde enerji kaynakları dikkate alındığında yenilenebilir enerji kaynaklarından yararlanmanın hem ekonomi açısından hem de ekoloji açısından önemli olduğu görülmektedir. Dünya enerji rezervi tükenme yılı yaklaşık olarak kömür için 200 yıl, gaz için 65 yıl, petrol için 40 yıl ve rüzgâr, güneş gibi yenilenebilir kaynaklar için ise sonsuzdur.

Geleneksel enerji kaynaklarının gelecekte rezervlerinin azalması, şu anda da fiyatlarının artması Türkiye gibi enerjide dışa bağımlı ülkeleri ekonomik olarak etkileyecek ve zora sokacaktır. Bu bağlamda ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarına olan oran her geçen gün artmakla birlikte, yapılan projeler hep bu yöndedir. Bu itibarla elektrik enerjisi üretiminde yenilenebilir kaynaklara yönelmemiz mevcut kaynaklarımız ile birlikte güneş enerjisinden yararlanmamız gerekir. Yerli ve yenilenebilir enerjide Türkiye yaptığı yatırımların karşılığını almaya başlarken, geçtiğimiz 2016 yılında Türkiye'de üretilen 269,8 milyar kWh elektriğin 131,8 milyar yerli ve yenilenebilir kaynaklardan sağlanmıştır.

Özellikle güneş enerjisi, dünyanın hemen her yerine dağılmış, bol ve evre dostu bir enerji kaynağı olarak ne çıkmaktadır. Güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin kurulum ve üretim maliyetleri günümüz için henüz yüksek olsa da güneş enerjisi, enerji üretim maliyetleri en hızlı düşen enerji kaynaklarındandır. Ayrıca

güneş enerjisine dayalı üretim tesislerinin işletme ve bakım maliyetleri oldukça düşüktür ve güneş enerjisi yenilenebilir bir kaynak olduğundan yakıt maliyeti söz konusu değildir. Enerjinin kaynağı, güneşten yeryüzüne ulaşan ışıındır. Bu nedenle ülkelerin sahip olduğu mali kaynakların yine ülke içinde kalmasına ve başka alanlarda değerlendirilmesine katkı sağlamaktadır. Bu özellikleri ile güneş enerjisi sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik boyutuna yönelik hedefleri içermektedir. Bunun yanında güneş enerjisi yeryüzünün hemen her yerine eşit olmasa bile yeterli miktarda dağılmış durumdadır. Bol ve ucuz enerjiye erişim, yoksullukla ve eşitsizlikle mücadelenin önemli adımlarından biridir. Sosyal kalkınmanın sağlık, eğitim, gıda, toplumsal katılım gibi hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik olarak güneş enerjisi, yer yüzünün hemen her yerine dağılmış olması, bol olması ve düşük maliyetleriyle yoksullukla ve eşitsizlikle mücadelede değerlendirilmesi gereken potansiyel bir kaynak olarak görünmektedir.

Güneş enerjisi, konvansiyonel enerji kaynakları ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde çevresel riskleri en düşük olan kaynaklardan biridir ve çevresel sürdürülebilirlik açısından ekolojik sermayenin korunarak gelecek nesillere aktarılmasında hem günümüz hem de gelecek için önemli bir kaynaktır. Güneş enerjisi kullanımının yaygınlaşması ile yerel ve ülkesel boyutta enerji ihtiyacı karşılanırken sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel hedefleri küresel boyutta gerçekleştirilebilecek ve ekolojik miras da korunmuş olacaktır.

Türkiye'nin jeopolitik konumu da dikkate alındığında enerji arz güvenliği, dış politika ve ülke savunması bakımından önemli riskler taşımaktadır. Ayrıca enerji ithalatının maliyeti ve ithalatın neden olduğu cari açık, diğer faktörlerle birlikte değerlendirildiğinde ülkeyi ekonomik bakımdan daha kırılgan hale getirmektedir. Enerji bağımlılığının taşıdığı bu risklerin ortadan kaldırılabilmesi için yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu anlamda Türkiye, coğrafi konumu itibarıyla güneş enerjisi potansiyeli bakımından birçok ülkeden avantajlı durumdadır. Güneş enerjisinin, Türkiye'nin günümüzdeki ve gelecekteki enerji ihtiyacını karşılamada, enerji ithalatından kaynaklı cari açığı azaltmada, enerji kaynaklarını çeşitlendirmede, enerji arz güvenliğini sağlamada,

enerjide dışa bağımlılığını azaltmada, sera gazı emisyonlarını düşürmede ve çevre kirliliğini önlemede önemli bir yenilenebilir kaynak olduğu değerlendirilmektedir.

Araştırma kapsamında, Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesine güneş enerjisi planı SWOT analizi yapılmıştır. Yapılan SWOT analizi sonucuna göre Karapınar ilçesine yapılması planlanan güneş enerjisi santrali içerisinde birtakım güçlü ve zayıf yönleri barındırmakta olup birtakım fırsat ve tehditlere de sahiptir. Öncelikle Karapınar ilçesi güneş enerjisi santrali planı ilçenin, yüksek oranda güneş ışınlamına sahip olması ve güneşlenme süresinin uzun olması, düşük rüzgâr potansiyeli, bölgede sel ve taşkın riski düşük olması, gölgeleme yaratacak herhangi bir yükseltinin bulunmaması ve işletme aşamasında önemli bir gürültü kirliliği yaratmayacak olması gibi güçlü yönleri sahiptir. Buna ilaveten, proje, Konya Valiliği ve Bilim, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından proje kapsamında desteklenmesi, 5.956 hektarlık bir alan tahsis edilmesi, Karapınar ilçe merkezine ve Karapınar OSB'ne yakın bir konumda yer alması, D-330 Karayolu ile bu karayolunun tali bağlantılarına oldukça yakın bir konumlandırılması, mer'a vasfındaki alanların, mer'a vasfından çıkarılacak araziler kapsamında değerlendirilerek tahsis edilmesi, ÇED uygulamasının tamamlanmış olması ve bu yönetmelik açısından yer seçiminde engel teşkil edecek bir durum olmaması, yer seçiminde kısıtlayıcı bir düzenlemenin olmaması gibi birçok fırsatlara da sahiptir.

SWOT analizine göre tüm bu yararlı durumların yanı sıra Sultaniye Sazlıklarına komşu olan bir mevkide yer almasından dolayı doğal yapısının zarar göreceği, bulunduğu doğa alanı karstik geçirgen yapıya sahiptir ve yeraltından akan suların bu yapıyı erittiği yerlerde obruklar oluştuğu görülmekte, yaşanacak olası bir kaza sonucu kimyasal madde salımlarından kaynaklı büyük çevresel etkilere yol açabileceği de zayıf yönleri olarak sayılabilmektedir. Bunlara ilaveten, birtakım tehditleri de bulunmaktadır. Bunlar, güneş enerji santrallerinin kurulumunda gölgeleme ve olası bir yangının engellenmesi için faaliyet alanında vejetasyonun temizlenmesi gerekmekte ve bu işlem faaliyet süresince bitki örtüsünün yok edilmesine ve yer altı sularının kirletilmesine neden olması, toprakta yapılan sıkıştırma ve tesviye işlemleri, arazinin topoğrafik yapısını değiştirmesi, yoğun ışık

yansıması kuşların ölmesine neden olmakla birlikte, göç hareketlerini de değiştirmektedir ve bölgedeki hayvancılık faaliyetlerine ve kırsal yaşama olumsuz etki etmesi şeklinde sıralanabilmektedir.

Sonuç itibarıyla Karapınar Endüstri İhtisas Enerji Bölgesi güneş enerji santrali projesinin durumunu belirlemeye yönelik yapılan SWOT analizine göre bazı tehdit ve zayıf yönleri olmasına rağmen belirtildiği üzere birçok fırsatları ve güçlü yönleri bulunmaktadır. Özellikle günümüz büyüyen ve dijitalleşen Türkiye'nin ihtiyaç duyduğu enerjinin, yerli üretim teknolojilerinin de geliştirilmesiyle birlikte önemli bir kısmının ülkenin hemen her yerinde var olan güneş enerjisinden yararlanılarak üretilmesi sayesinde enerji ihtiyacının, bol, temiz, orta ve uzun vadede ucuz bir şekilde karşılanacağı düşünülmektedir. Bunun için ise devlet ve özel sektör tarafından bu tür projelerin desteklenerek, ortaya çıkan tehdit ve zayıf yönlerin azaltılması ve ortadan kaldırılması için girişimlere devam edilmesi önerilmektedir. Her bir yerel unsur, her bir işletme ve her bir bireysel tüketici aynı zamanda temiz enerji üreticisine dönüşerek enerji üretiminin tabana kadar yaygınlaştırılmasına ve yerel düzeydeki bir kalkınmanın ulusal ve küresel boyutta bir kalkınmaya dönüştürülmesine ve sürdürülebilir kalkınmanın tüm hedefleri ile gerçekleştirilmesine katkı sağlanacaktır.

Kaynakça

- Açıksöz, S., G.C. Çiftçioğlu, O. Uzun, F.E. Nemutlu ve F. İlke (2015). Linkages Among Ecotourism, Landscape and Natural Resource Management, and Livelihood Diversification in the Region of Suğla Lake, Turkey. *International Journal of Sustainable Development ve World Ecology*, 23(1): 15-27.
- Ağaçbiçer, G. (2010). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Ekonomisine Katkısı ve Yapılan Swot Analizler*. (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale.
- Akbulut, A ve Dikici, A. (2004). Elazığ İli'nin Rüzgar ve Güneş Enerjisi Potansiyeli. *Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları*.
- Arslan, M. L. (2008) *Yenilenebilir Enerji Sistemlerinin Simülasyonu ve Optimizasyonu*, (Yüksek Lisans Tezi), İnönü Üniversitesi, Fen Fakültesi, Malatya.
- Bayındır, A. (2010) *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Avrupa Birliği ve Türkiye Uygulamaları*. (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bozkurt, Y. (2017). *Uluslararası politik ekonomi bağlamında yenilenebilir enerji politikaları- Desertec projesi örneği*. (Yüksek Lisans Tezi), Karabük Üniversitesi, Karabük.
- BP (British Petrol). (2016). *Statistical Review of World Energy Report*.
- Certo, S., (1994). *Straregial Management*. John Wiley and Sons. N.Y.
- Ceylan, İ. Gürel, Etem A. (2017). *Güneş Enerjisi Sistemleri ve Tasarımı* (2. Baskı). Dora Basım Yayın: Bursa.
- Çepik, B. (2015). *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikaları*. (Yüksek Lisans Tezi), Maltepe Üniversitesi, İstanbul.
- Çıtak, E. ve Kılınç P.B. (2016) Yenilenebilir enerjinin enerji güvenliğine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(3), ss.79 - 102.
- Çiftçi, M. (2015). *Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisi potansiyeli ve yerel yönetimlerde kullanımının SWOT analizi. örnek: bursa gürsu belediyesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Ankara.
- DEK-TMK , Türkiye Enerji Konseyi, Türkiye Milli Komitesi Türkiye Enerji Verileri, 2012. <http://www.dektmk.org.tr/incele.php?id=Mjg4>. Erişim Tarihi: 15.12.2017.
- Demirtürk, C. (2013). *Yenilenebilir enerji kaynaklarından rüzgar ve güneş enerjisi karşılaştırmalı yatırım fizibilitesi*. İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul.
- Dikmen, A. Ç. (2009) *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye'nin Geleceğindeki Yeri*. (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Dinçer, F. (2011). Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretimi potansiyeli-ekonomik analizi ve AB ülkeleri ile karşılaştırmalı değerlendirme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14(1).
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyoğlu, S., Kılıç, D.T., Lise, Y. (2006). *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*, Doğa Derneği, Ankara.

- Eskin, N. (2006). Türkiye'de Güneş Enerjisi Araştırma ve Geliştirme. *Tesisat Mühendisliği Dergisi*, Sayı: 91, s. 74-82.
- Güçlüer, D. ve Batuk, F. (2011). Güneş Enerjisi Santrali Kurulacak Alanların CBSÇÖKA Yöntemi İle Belirlenmesi.
- GWEC (Global Wind Energy Council). (2016). Global Wind Statistics.
- GWEC (Global Status of Wind Power). (2016). Global Wind Energy Council.
- Havan, C. (2017). *Türkiye'de yenilenebilir enerji politikası- TR 42 Doğu Marmara bölgesi örneği*. (Yüksek Lisans Tezi), Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Haydaroglu, C. ve Gümüş B. (2017) Dicle Üniversitesi güneş enerjisi santralinin performans analizi, *DUMF Mühendislik Dergisi*, 7(3), 491-500.
- IEA (International Energy Agency). (2013). *World Energy Outlook*. Washington.
- IEA (International Energy Agency). (2017). *World Energy Outlook*. Washington.
- Janeckova, L. (2003). Doing Business in Central Europe Marketing Of Service. *Silesian University in Opava, Printing Office Kleinwachter, Frydek-Mistek, Karvina*.
- Koç, E. ve Şenel, M. C. (2013). Dünya'da ve Türkiye'de enerji durumu-genel değerlendirme. *Mühendis ve Makina*, 54(639), 32-44.
- Konya Büyükşehir Belediyesi, (2015a), Konya İli 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı (KBB Meclisi Onay: 12.12.2014/953), <http://www.konyacevreduzeniplani.com/>, Erişim Tarihi: 13.04.2019.
- Konya Büyükşehir Belediyesi, (2015b), Konya İli 1/100.000 Ölçekli Çevre Düzeni Planı Analiz Çalışmaları, <http://www.konyacevreduzeniplani.com/proje-hakkinda/analiz-calismalari>, Erişim Tarihi: 13.04.2019.
- Mahmutoğlu, M. (2013). *Türkiye'de Elektrik Sektöründe Yenilenebilir Enerjinin Rolü*. (Yüksek Lisans Tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Mevlana Kalkınma Ajansı, (2011), Karapınar İlçesi'nde Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretim Tesisi Yatırımları için Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi Kurulmasına Yönelik Fizibilite Çalışması Raporu, Konya.
- Mohtasham, J. (2015). Reviewarticle-Renewableenergies, International Conference on Technologies And Materials for Renewable Energy, *Environment and Sustainability*, 289 – 1297.
- Moule, A. (2010). Current Opinion in Solid State, *Materials Science*, 14 (6), 123-130.
- Mucuk, M. ve Ysal, D. (2009). Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme. *Maliye Dergisi*, 157(Temmuz-Aralık), 105-115.
- Mutlu, E. (2013). *Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Ekonomisi ve Ankara İline Ait Swot Analizi*. İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.
- Oktik, Ş. (2001). Güneş-Elektrik Dönüşümleri Fotovoltaik Güneş Gözeleri ve Güç Sistemleri, *Temiz Enerji Vakfı*, Ankara.
- Özen, A., Şaşmaz, M. Ü., ve Bahtiyar, E. (2015). Türkiye'de Yeşil Ekonomi Açısından Yenilenebilir Bir Enerji Kaynağı: Rüzgar Enerjisi. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1, 85-93.
- Özsabuncuoğlu, İ. H. ve Uğur, A. A. (2005). *Doğal Kaynaklar Ekonomisi, Yönetim ve Politika*, İmaj Yayınevi: Ankara.

Öztürk, S. (2015). Determining Management Strategies for the Sarikum Nature Protection Area. *Article is Published With Open Access, Environ Monit Assess.* 187:113.

REN21. (2012). *Global Status Report*. Paris.

Saner H. S. (2015). *Türkiye'de Güneş Enerjisi Santrallerinin Yer Seçimi ve Çevresel Etkileri: Karapınar ve Karaman Enerji İhtisas Endüstri Bölgeleri Örneklerinin Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Savrul, M. (2010). *AB İlişkileri Çerçevesinde Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının İktisadi Açısından Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale.

SÇD Raporu, (2016). Karapınar Enerji İhtisas Endüstri Bölgesi için SÇD Pilot Projesi, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.

SHELL. (2008). *2050 Energy Scenarios to 2050*.

Shi, X. (2015). The Future of ASEAN Energy Mix: A Swot Analysis. *Homepage Journal; Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol: 53, 673- 678.

UNEP. (2013). *Annual Report*, United Nations Environment Programme, USA.

Ün, Ü. (2013). Dalga Enerjisi Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu, [http:// www. emo. org.tr/ekler /6a781dbfd8e524b_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6a781dbfd8e524b_ek.pdf). (Erişim Tarihi: 26.12.2018).

Varınca, K. B. ve Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye'de güneş enerjisi potansiyeli ve bu potansiyelin kullanım derecesi, yöntemi ve yaygınlığı üzerine bir araştırma. *I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*, s. 272, 275.

Yeniköy Yatağan Elektrik Üretim ve Ticaret A.Ş., <http://www.yeas.gov.tr/yeas/view/uretim>, Erişim Tarihi: 26.02.2019.

Yılmaz, M. (2012). Türkiye'nin enerji potansiyeli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik enerjisi üretimi açısından önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.

Yorkan, A. (2009). Avrupa Birliği'nin Enerji Politikası ve Türkiye'ye Etkileri. *Bilge Strateji*, 1 (1), 24-39.

Yörükoğlu, A. (2006). Türkiye Jeotermal Enerji Potansiyeli ve Çevre, *Enerji ve Kojenerasyon Dünyası*.

<https://docplayer.biz.tr/5540971-Konya-ili-gunes-enerjisi-calisma-grubu-raporu.html>. (Erişim Tarihi: 20.10.2018).

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>. (Erişim Tarihi: 11.12.2018).

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol> (Erişim Tarihi: 07. 12.2018).

<http://www.tpao.gov.tr/tpfiles/userfiles/files/petrolmerak.pdf>. (Erişim Tarihi: 26.12.2018).

<http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>. (Erişim Tarihi: 09.11.2018).

<http://www.gunessistemleri.com/tarihsel.php>. (Erişim Tarihi: 26.12.2018).

http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx. (Erişim Tarihi: 06.10.2018).

https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/61963/mod_resource/content/0/2.HAFTA.pdf. (Erişim Tarihi: 16.11.2018).

<http://www.konyadayatirim.gov.tr/yatirim.asp?SayfaID=12>. (Erişim Tarihi: 22.09.2018).

http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/9514e888b8f2aca_ek.pdf, (Erişim Tarihi: 18.12.2018).

<http://www.eie.gov.tr/>, (Erişim Tarihi: 18.12.2018).

<http://www.konyadayatirim.gov.tr/sektor.asp?SayfaID=1>, (Erişim Tarihi: 08.01.2019).

http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx. (Erişim Tarihi: 06.10.2018).



T. C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Özgeçmiş

Adı Soyadı:	TEVFİK TANIŞ
Doğum Yeri:	KONYA
Doğum Tarihi:	20.03.1992
Medeni Durumu:	EVLİ
Öğrenim Durumu	
Derece:	Okulun Adı:
İlköğretim:	ŞEKER İ.Ö.O.
Ortaöğretim:	ŞEKER İ.Ö.O.
Lise:	KONYA ANADOLU LİSESİ
Lisans.	SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Yüksek Lisans.	SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
Becerileri:	
İlgi Alanları:	
Halen Yaptığı İş:	İL PLANLAMA UZMANI
İş Deneyimi: (Doldurulması isteğe bağlı)	3 YIL 3 AY KONYA VALİLİĞİ İL PLANLAMA KOORDİNASYON BÜROSU
Aldığı Ödüller: (Doldurulması isteğe bağlı)	
Hakkımda bilgi almak için önerebileceğim şahıslar: (Doldurulması isteğe bağlı)	
Tel:	05062686931
E-mail:	tevfiktanis@gmail.com
Adres:	KONYA VALİLİĞİ İL PLANLAMA VE KOORDİNASYON BÜROSU MERAM/KONYA