

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMİ VE FİNANS ANABİLİM DALI
2023- YL- 026

**GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ İŞLETMELERİNDE SWOT
ANALİZİ UYGULAMASI: BUHARKENT BELEDİYESİ
ÖRNEĞİ**

HAZIRLAYAN
Halil İbrahim GÜMÜŞTAŞ

DANIŞMAN
Dr. Öğretim Üyesi Yılmaz ERDEM

AYDIN-2023

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

AYDIN

..... Ana Bilim Dalı
..... **Yüksek Lisans / Doktora** Programı
öğrencisi tarafından
hazırlanan.....
..... başlıklı tez tarihinde yapılan
savunma sonucunda **oybirliği / oy çokluğu** ve **%..... intihal oranıyla** aşağıda isimleri
bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

	Ünvanı, Adı ve Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan			
Üye			
Üye			

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu **Yüksek Lisans / Doktora** tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun tarihsayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Savaş DUMAN

Enstitü Müdürü

T.C.
AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

... / ... / 2023

ÖZET

GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİ İŞLETMELERİNDE SWOT ANALİZİ UYGULAMASI: BUHARKENT BELEDİYESİ ÖRNEĞİ

Halil İbrahim GÜMÜŞTAŞ

Yüksek Lisans Tezi, Ekonomi ve Finans Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz ERDEM

2023; XIII+73 sayfa

Bu çalışmanın temel amacı yenilenebilir enerji kaynaklarının, yerel yönetimler için swot analizi ve finansal analizi uygulanarak karlılık potansiyelini ve sosyal faydasını ortaya çıkarmaktır. Dünya'nın en önemli sorunlarından biri olan iklim değişikliğinin önlenmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim hız kazanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına olan yatırımın artmasındaki sebeplerden biri de ülkelerin enerji arz güvenliğidir. Ülkeler arasındaki siyasi krizlerde tehdit olarak kullanılabilen enerji arzı ekonomik olarak ülkeleri doğrudan etkileyebilmektedir. Bu sebeple yeni enerji kaynakları arayışı artmıştır. Türkiye enerji olarak dışa bağımlı bir ülke olup ekonomik anlamda bir yük ile karşı karşıyadır. Enerji ithalatı dış ticari dengede önemli bir yük olduğundan ve temiz enerji olması sebebiyle yenilenebilir enerji kaynaklarına son yıllarda yönelim artmıştır. Ülkemiz coğrafi konumu ve yapısı itibarı ile enerji potansiyeli yüksek olup bu potansiyel maksimize edildiğinde dışa bağımlılığı azaltıp büyük katkı sağlayacaktır. Yerel yönetimlerde bütçede nakit arttırıcı faaliyetler aynı oranda hizmeti de dolayısı ile refahı da arttıracığından yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım sosyal refahın yanında ülke dış ticareti ve enerji arz güvenliği açısından fayda sağlayacaktır.

ANAHTAR KELİMELE: Buharkent Belediyesi, Güneş Enerjisi, SWOT analizi, Yenilenebilir enerji kaynakları,

ABSTRACT

SWOT ANALYSIS APPLICATION IN SOLAR POWER PLANT OPERATIONS: THE EXAMPLE OF BUHERKENT MUNICIPALITY

Halil İbrahim GÜMÜŞTAŞ

Master Thesis, Department of Economics and Finance

Supervisor: Yılmaz ERDEM

2023; XIII+73 sayfa

In order to prevent climate change, which is one of the most important problems of the world, the orientation towards renewable energy sources has accelerated. One of the reasons for the increase in investment in renewable energy sources is the energy supply security of the countries. Energy supply, which can be used as a threat in political crises between countries, can directly affect countries economically. For this reason, the search for new energy sources has increased. Turkey is a foreign-dependent country in terms of energy and is faced with an economic burden. Since energy imports are an important burden in the foreign trade balance and it is clean energy, the orientation towards renewable energy sources has increased in recent years. Our country has a high energy potential due to its geographical location and structure, and when this potential is maximized, it will reduce foreign dependency and make a great contribution. Since cash-increasing activities in the budget in local governments will increase the service and therefore the welfare at the same rate, investment in renewable energy resources will provide benefits in terms of foreign trade and energy supply security of the country as well as social welfare. In this study, it has been tried to explain that renewable energy investment in local governments is quite profitable, and the profitability of the investment is tried to be explained with financial and SWOT analyzes.

KEY WORDS: Buharkent Municipality, Renewable energy sources, Solar Energy, SWOT analysis.

ÖNSÖZ

Yenilenebilir enerji kaynakları doğada bulunan, maliyeti düşük, temiz enerji kaynaklarıdır. İklim değişikliği nedeniyle fosil yakıtlı enerji üretiminden, temiz yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim zorunluluk hale gelmiştir. Enerji konusunda dışa bağımlı ülkeler için yenilenebilir enerji alternatif çözüm kaynağı olmuştur. Dünyada ülkemizde son yıllarda yenilenebilir enerji yatırımı artmış ve teknolojisi oldukça gelişmiştir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin kullanımı olan Buharkent Belediye'sine ait güneş enerji santralinin finansal verilerinin analizi ve SWOT analizi yapılmış ayrıca çeşitli öneriler sunulmuştur.

Tez çalışmamın hazırlanmasında emeği geçen, her daim ilgisini eksik etmeyen tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz ERDEM'e, Buharkent Belediyesi personellerine teşekkür ederim

Ayrıca doğduğumdan bugüne hep destekçim olan aileme, eğitim ve öğretimimde emeği geçen ana sınıfından lisansüstüne kadar tüm öğretmenlerime, son olarak bu süreçte her daim desteğini hissettiren kıymetli eşime teşekkür ederim.

Halil İbrahim GÜMÜŞTAŞ

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
GİRİŞ.....	1
1. BÖLÜM	3
1. ENERJİNİN TANIMI VE ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI	3
1.1. Enerji'nin Tanımı	3
1.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	4
1.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları.....	5
1.2.1.1. Kömür.....	6
1.2.1.2 Petrol.....	7
1.2.1.3. Doğalgaz.....	8
1.2.1.4. Nükleer Enerji.....	9
1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	10
1.2.2.1. Hidrolik Enerji.....	12
1.2.2.2. Jeotermal Enerji.....	12
1.2.2.3. Biyokütle Enerjisi	13
1.2.2.4. Dalga Enerjisi	14
1.2.2.5. Rüzgar Enerjisi	14
1.2.2.6. Güneş Enerjisi	16

2. BÖLÜM	17
2. GÜNEŞ ENERJİSİ VE TÜRKİYEDEKİ POTANSİYELİ	17
2.1. Güneş Enerji	17
2.1.1. Güneş Enerjisinin Tarihçesi	17
2.1.2. Güneş Enerjisi Teknolojileri.....	19
2.1.2.1. Isıl güneş teknolojisi.....	20
2.1.2.2. Güneş pili (fotovoltaik) güneş enerji teknolojisi	22
2.2. Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli	24
2.2.1. Radyasyon Değeri	26
2.2.1.1. Direkt radyasyon kavramı	27
2.2.1.2. Difüz radyasyon.....	29
2.2.1.3. Yansıyan radyasyon.....	30
2.2.1.4. Toplam radyasyon	32
2.3. Türkiye Güneşlenme Süresi	34
2.4. Toplam Radyasyon ve Güneşlenme Süresinin karşılaştırması.....	36
2.5. Türkiye'de GES Yatırımı	37
2.6. Güneş Enerji Çatı ve Cephe Uygulamalı Güneş Enerjisi Yatırımları	39
2.7. Yenilenebilir Enerji ile Makro Ekonomik Göstergelere Bir Bakış	40
3. BÖLÜM	42
3. YEREL YÖNETİM DÜZEYİNDE GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİNDE FİNANSAL VE VE SWOT ANALİZLERİNİN UYGULANMASI	42
3.1. Araştırmanın Amacı	42
3.2. Araştırmanın Evren ve Örneklem Sınırlılıkları	42
3.3. Araştırmanın Yöntemi	42
3.4. Araştırma Bulgularının Değerlendirilmesi	43
3.5. Buharkent Belediyesi.....	43

3.6. Buharkent Belediyesi Güneş Enerjisi Potansiyeli	45
3.7. Buharkent Belediyesi 500 kW Güneş Enerji Santrali	47
3.8. Buharkent Belediyesi GES Bazı Finansal Verilerin Analizi	50
3.8.1. Yatırım Maliyeti	50
3.8.2. İşletme Bakım Onarım Giderleri	50
3.8.3. Net Gelir Tahmini.....	51
3.8.4. Net Bugünkü Değer	52
3.8.5. İç Karlılık Oranı	54
3.9. Buharkent Belediyesi Güneş Enerjisi SWOT Analizi.....	55
3.9.1. Güçlü Yönler	55
3.9.2. Fırsatlar	56
3.9.3. Zayıf Yönler	57
3.9.4. Tehditler	58
4. ÖNERİLER VE SONUÇ	63
5. KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Dünya Kömür Rezervlerinde Ülkelerin Payları	6
Şekil 1.2. Türkiye Yıllık Rüzgar Kaynaklı Elektrik Üretimi ve Oranı.....	15
Şekil 2.1. a: Düzlemsel Güneş Kolektörler b: Vakum Tüplü Güneş Kolektörleri	20
Şekil 2.2. Parabolik Sistem ve Parabolik Çanak Sistemi	21
Şekil 2.3. Fotovoltaik Güneş Paneli ile Açısı ve Fotovoltaik Panel Oluşumu	23
Şekil 2.4. Fotovoltaik Uygulamaları Açısından Dünyanın Güneş Enerjisi Potansiyeli	27
Şekil 2.5. Radyasyon Türleri	31
Şekil 2.6. Türkiye Radyasyon Haritası.....	33
Şekil 2.7. Türkiye Aylara Göre Radyasyon Değerleri 2021.....	34
Şekil 2.8. Türkiye Aylık Güneşlenme Süreleri 2021.....	35
Şekil 2.9. Türkiye'nin Toplam Radyasyon ve Güneşlenme Süresinin karşılaştırması	37
Şekil 2.10. Türkiye GES Kurulu Güç.....	37
Şekil 2.11. GES Toplam Kurulu Güç İçindeki Oran.....	38
Şekil 2.12. Çatı Uygulamaları	39
Şekil 3.1. Aydın İli Güneş Enerji Potansiyeli	45
Şekil 3.2. Buharkent Toplam Radyasyon Değeri	45
Şekil 3.3. Buharkent Güneşlenme Süresi	46
Şekil 3.4. Toplam Radyasyon Verileri	46
Şekil 3.5. Buharkent Güneş Enerji Santrali	48
Şekil 3.6. 2021 ve 2022 (Kasım ve Aralık Hariç) Yılı Aylık Üretim Miktarı kW/ay	49

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Toplam Kurulu Güç İçindeki Yıllık Pay Değişimi	10
Tablo 2.1. Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Aylara Göre Dağılımı	25
Tablo 3.1. Buharkent GES Yıllık Aylara Göre Üretim Miktarı	49
Tablo 3.2. Buharkent GES Net Gelir Tablosu.....	51
Tablo 3.3. Dolar Bazında Geri Ödeme Süresi Tahmini	52
Tablo 3.4. Buharkent GES Net Bugünkü Değer Tablosu.....	53
Tablo 3.5. Buharkent GES İç Karlılık Oranı Tablosu	54
Tablo 3.6. Buharkent GES SWOT Tablosu (SW).....	61
Tablo 3.7. Buharkent GES SWOT Tablosu (OT)	62

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ETKB	: Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlası
GW	: Gigawatt
HES	: Hidroelektrik santraller
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
İKO	: İç Karlılık Oranı
kW	: Kilowatt
kWh	: Kilowatt saat
M.Ö	: Milattan Önce
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NBD	: Net Bugünkü Değer
RES	: Rüzgâr Enerji Santrali
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İdaresi Anonim Şirketi
VUK	: Vergi Usul Kanunu
W	: Watt
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması

GİRİŞ

Yenilenebilir enerji kaynakları doğada bulunan, maliyeti düşük, temiz enerji kaynaklarıdır. Dünya genelinde fosil yakıtlı enerji kaynaklarının kullanılması çevresel olarak birçok sorunu meydana getirmiştir. İklim değişikliği bunlardan biri olarak örnek verilebilir. Dünyada değişen iklim koşulları, habitatı olan canlıları tehdit etmektedir. Yerleşim alanlarında kuvvetli yağışlar, aşırı sıcaklıklar gibi doğal afetlerle maddi ve can kayıpları meydana gelmektedir. Sanayi devrimi ile beraber karbondioksit gazı başta olmak üzere sera gazları dalgalı uzun ışınları tutması sebebiyle hesaplanan yüzey sıcaklıklarında hissedilebilir bir artışa neden olmuştur. Son yüzyılda dünyanın yüzey sıcaklığında 0,8 derecelik bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bu artışa sebep olan küresel ısınmanın en büyük sebepleri de fosil yakıt kullanımından sanayi, ulaştırma, enerji üretiminden ve çeşitli atıkların ve tarımsal etkinlikler sayılabilir (Öztürk,2002: 52).

İklim değişikliği nedeniyle fosil yakıtlı enerji üretiminden, temiz yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim zorunluluk hale geldiği söylenebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında teknolojik gelişmeler önemli rol oynamaktadır. Çünkü enerji arzı dünyanın belki de varlığından bugüne kadar olan yenilenebilir enerji kaynaklarından gelen enerji çeşitli teknik ve malzemeler kullanılarak günlük yaşamda kullanılan enerjiye dönüştürülmektedir. Bu sebeple yenilenebilir enerji teknolojisi de çok yaygınlaştığı ve bu teknolojinin malzemeleri ile uzmanlığı ithal eden ülkeler için maliyetli olacağı söylenebilir. Ülkelerde bu teknolojinin gelişmesi ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı için çeşitli hibe ve teşvikler sağlanmaktadır (Cihan, 2019:2).

Enerji konusunda, fosil yakıt açısından dışa bağımlı ülkeler için, yenilenebilir enerji alternatif çözüm kaynağı olabilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisi coğrafi ve iklimsel olarak gerekli şartları taşıyan her yerde kullanılabilen, teknolojisi gelişen temiz enerji kaynağıdır. Güneş enerji santralleri yenilenebilir enerji sistemlerinden olduğu için kaynak sıkıntısı yoktur ve herhangi bir sera gazı salınımı da yoktur (ETKB,2022). Teknolojisi yerli olarak geliştirildiğinde ve yaygınlaştığında gerekli radyasyon ve güneşlenme sürelerinin sağlandığı yerlerde güneş enerji santrallerinin ekonomik ve sosyal olarak refaha pozitif yönde etki edeceği tahmin edilmektedir. Özel sektörde kullanımı artan güneş enerji santralleri firmaların bilançosuna da olumlu etki edeceği düşünülebilir. Çünkü gider kalemlerinden olan elektrik giderleri azalacak belki de tamamen ortadan kalkacaktır. Bunun sosyal etkisi de toplam elektrik üretiminden payı azalacağı ve kaybolacağı için fosil kaynaklı

elektrik üretimine azaltıcı etki edeceği söylenebilir. Kamu kurumlarında ve yerel yönetimlerde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı arttığında hem sosyal hem ekonomik etkileri yine pozitif olacağı düşünülebilir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş enerjisinin kullanımının yerel yönetim örneği olan Buharkent Belediye'sine ait güneş enerji santralinin finansal verilerinin analizi ve SWOT analizi yapılmıştır. SWOT analizinde, oluşabilecek tehditlere karşı önlemlerin alınması, zayıf yönlerinin telafi edilmesi amaçlanmış karlılığı da finansal hesaplamalarla desteklenerek anlatılarak çeşitli öneriler sunulmuştur.



1. BÖLÜM

1. ENERJİNİN TANIMI VE ENERJİ KAYNAKLARININ SINIFLANDIRILMASI

1.1. Enerji'nin Tanımı

Enerji, bir eylemin gerçekleşebilmesi için gerekli olan güç olarak tanımlanabilir. Yaşamdaki herhangi hareketin veya olgunun gerçekleşmesi için enerjiye ihtiyaç vardır. Eski çağlarda fiziki ihtiyaçlar için kullanılan enerjiye insanlığın ihtiyacı, yerleşik hayata geçilmesiyle artmıştır. Yerleşik hayata geçiş ile beraber günümüz teknolojik çağa kadar da hep artmış ve sonraki çağlara doğru artacağı düşünülmektedir (Bekar, 2020: 40).

Enerji tür olarak mekanik, ısı, elektrik, kimyasal ve nükleer olarak mevcut olabilmekte bir türünden diğer türüne dönüştürülebilmektedir. Günlük hayatta ve ekonomik yaşamda temel ihtiyaçlarda, ülkelerin ekonomik varlığı gibi birçok alanda enerjinin olmazsa olmaz olduğu söylenebilir. Enerji dünyada ve ülkemizde en önemli sorunlardan birisidir ve hatta zaman zaman sorundan öte krize dönüşmektedir. Dünya nüfustaki artış, sanayileşme ve teknolojik gelişmeler enerjiye olan talebi hızla artırmıştır (Koç, Kaya, 2015:37).

Şöyle ki bir ekonominin büyüklüğü o ülkede üretilen nihai malların ve hizmetin toplam değerini göstermektedir. Ekonomik büyümenin faktörlerinden olan doğal kaynakların işlenmesi ve teknolojinin kullanımında enerjiye ihtiyaç olması; Sanayi devrimiyle ve endüstriyel üretime geçişle dünyada enerjiye olan ihtiyaç, önceki döneme göre daha çok artış göstermiş olduğu; nüfus ve nihai mal üretiminin artması da bunun doğrudan kanıtı olduğu söylenebilir. Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki bu iki değişken arasındaki nedenselliğin yönü ile ilgili farklı görüşler olup; ekonomik büyümenin enerji tüketimine yol açıp açmayacağı ve enerji tüketiminin ekonomik büyümenin ana sebebi mi sorusunda bir görüş birliği söz konusu değildir (Aydın, 2010: 320).

Ülkelerin kalkınmasında ve büyümesinde enerjinin tüketimi ve nerelerde kullanıldığı ve kullanım büyüklüğü refah ve gelişmişlik seviyesinde önemli olduğu düşünülmektedir. Şöyle ki çoğu ekonominin dış ticaret dengesi büyüklüğüne enerji kaynakları etkilemekte olup, dış ticaret hacminin büyüklüğünde enerji büyük pay sahibi olabilmektedir. Üretim faktörlerini bazılarının verimliliği günümüz ekonomisinde yine enerjiye bağlıdır. Enerji kaynaklarının maliyeti ve üretimi bir ekonominin büyüklüğü ve toplumsal refahı günlük yaşamda

kullanabilir olması ile beraber ekonomik göstergeler olan enflasyon, dış ticari denge gibi göstergelere de etki etmektedir.

Sürdürülebildik açısından enerji üretiminde CO₂ gaz salınımının yüksek olması, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en büyük sebebi olmuştur. Enerji üretiminde temiz, ekonomik yenilenebilir enerjiye geçiş bir zorunluluk haline geldiği düşünülmektedir.

1.2. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji kaynakları dönüştürülebilirliklerine ve kullanımına göre iki çeşit olarak sınıflandırılır. Dönüştürülebilirliğine göre enerji kaynakları birincil ve ikincil enerji kaynakları olarak ikiye ayrılır. Birincil enerji kaynakları: kömür, petrol, doğalgaz, nükleer, biokütle, hidrolik güneş, rüzgâr ve dalga enerjisidir. Birincil enerji kaynakları sınıflandırmadan da anlaşılacağı üzere dönüştürülmemiş veya değişime uğramamış enerji kaynaklarıdır. İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının dönüşmesiyle ortaya çıkan enerji kaynaklarıdır; bunlar: elektrik, benzin, mazot, motorin, hava gazı, ikincil kömür, kok, Petro kok ve LPG yani sıvı petrol gazıdır (Koç ve Kaya, 2015: 37).

Enerjiye olan bağımlılık ülkelerin dış politikalarında da kilit rol oynamaktadır. Özellikle ısınma, sanayi, elektrik üretimi gibi gereksinimlerde kullanılan enerji kaynakları, uluslararası ilişkilere yön vermekte, bu bağımlılık bazen ülkelerin kendi prensip ve çıkarlarından taviz vermesine sebep olabilmekte hatta savaşlara bile neden olabilmektedir. Ekonomisi fosil yakıt enerji kaynaklarına dayalı ülkeler için yer altı zenginlikleri hep cazibe oluşturmuştur. Ancak bu sürdürülebilir değildir çünkü fosil yer altı kaynakları bir gün bitebilir.

Günümüze kadar olan süreçte dünya genel olarak fosil yakıtlarla enerji ihtiyacını karşılamıştır ve karşılamaya devam etmektedir. Globalleşen dünya olarak ifade edilen küresel düzende, dünya fosil yakıtlara sahip veya işleten ülkeler ile ona muhtaç olan ülkeler arasında siyasal güç dengesizliklerine şahit olmuştur. Ancak son yıllarda yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş artmakta olup çoğu ülke potansiyelini değerlendirmektedir. İlerleyen süreçte yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam üretim içindeki payı artması beklenmektedir (Çepik, 2015).

Enerji kullanımına ya da uygulanmasına göre ikiye ayrılır. Bunlar: yenilenemez enerji kaynakları ve yenilenebilir enerji kaynaklarıdır. Bir kez kullanımla azalmaya başlayan veya tükenen, kullanıldıktan sonra yenilenemeyen enerji kaynaklarına yenilenemez enerji

kaynakları denir. Bitmeyen veya tükenmeyen, kendi kendisini hep yenileyen enerji kaynaklarına ise yenilenebilir enerji kaynakları denir (Koç ve Kaya, 2015: 37).

1.2.1. Yenilenemez Enerji Kaynakları

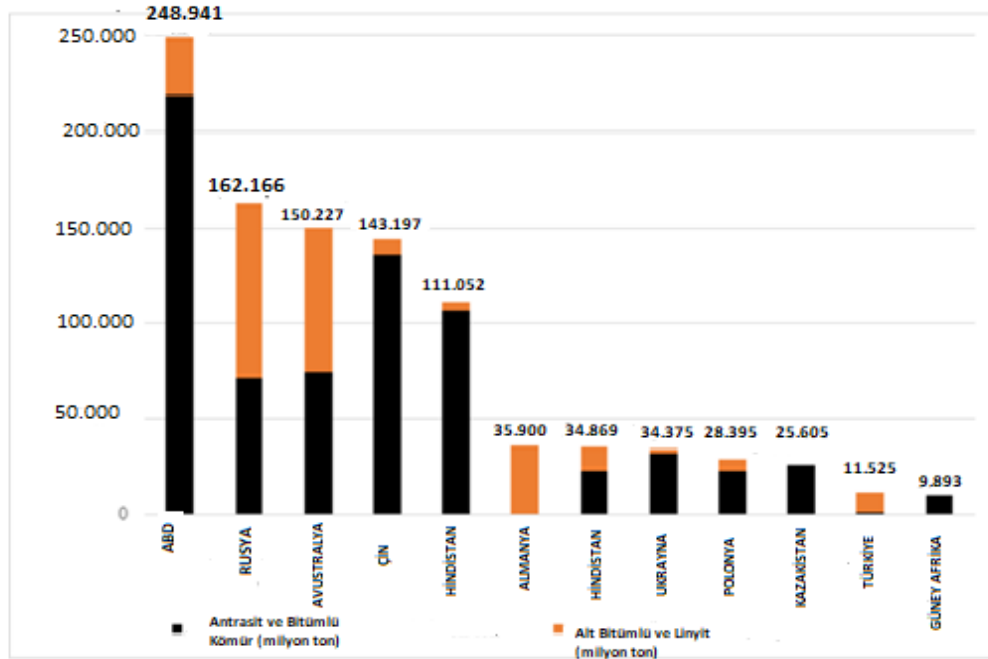
Yenilenemez enerji kaynakları isminden de anlaşılacağı üzere tek sefer kullanıldığında bir daha kullanılamayan ve tükenen enerji kaynaklarıdır. Yenilemez enerji kaynakları canlı fosillerinin milyonlarca yıl oksijensiz kalmasıyla kimyasal çözünme ile oluşur. Stokları dünyamızdakiler ile sınırlı olan bu fosil yakıtlar yakıldığında ortaya karbondioksit ve karbon monoksit gazları gibi zararlı gazlar ortaya çıkmakta ve bu durum canlıların solunumu için hava kirliliğine sebep olmakta dolayısı ile sağlıklı olumsuz yönde etkilemektedir.

Sera gazı etkisi ile küresel ısınma diye tabir edilen, dünyanın deniz, hava ve karadaki yüzey sıcaklığının yükselmesidir. Sera gazı etkisi: dünyadan yansıyan güneş ışınlarının yansıma olarak geri gidecekken, atmosferde bulunan gazlar tarafından tutulması sebebiyle yansımanın tamamlanmaması ve dünyanın yüzey sıcaklığının artmasına neden olması olayıdır. Sera gazlarının %97'si atmosferdeki su kaynaklıdır ki bunlar su molekülleri ve su buharlarıdır; %3'ü de insan kaynaklı yani antropojenik gazlardır. Dünya atmosferinde sırasıyla bulunan sera gazları şunlardır: H₂O, CO₂, Metan, Nitröz Oksit, O₃, CFC'ler (Kloroflorokarbonlar) ve Hidroflorokarbonlar. Atmosferde bulunan, dünyanın kendi ikliminden ve dünyanın varlığından beri olan, bir dış etken kaynağı olmayan sera gazlarına doğal sera gazları denir. Doğal sera gazlarının tutamadıkları güneş ışınları atmosfere geri yansır. Doğal sera gazlarının çok iyi absorbe edemedikleri dalga boyundaki ışınlar atmosfere geri yansır, buna da atmosferik pencere denir. Atmosferik pencereler doğal sera gazlarının çok iyi tutamadığı dalga boyundaki atmosfere geri verilen radyasyonun uzaya geri döndüğü bölgelerdir ki buralarda antropojenik CFC'ler absorbe edilmiştir. Diğer bir ifade ile atmosferik pencere (8–12 µm) 10 µm dalga boyunda merkezlenmiştir ve CO₂ ile su buharı tarafından tutulmayıp atmosfere geri yansıyan bölgeyi gösterir. Bu bölgede CFC'ler absorbe edilmiştir. Bundan dolayı CFC'lerin sera etkisine çok büyük katkısı vardır. CFC'lerin en çok taşıt egzozlardan, parfümlerden, buzdolabı ve klima gibi beyaz eşyalardan salınmaktadır. (Aksay vd., 2005: 35)

1.2.1.1. Kömür

Kömür, canlı kalıntılarının bataklık tarzı arazide gömülerek, yer hareketleri ile daha da derinlere inip, milyonlarca yıl yeraltında kalıp, yeraltında basınç ve sıcaklık ile beraber fiziksel ve kimyasal tepkimeler sonucu ortaya çıkan karbon, hidrojen, oksijen, azot ve kükürtten oluşan, oksijenli ortamda yanabilen ısı ve ışık kaynağıdır. Bulundukları ortamlar, tepkimeler, zaman, kaynağının türü gibi birçok etkenden dolayı birçok türü vardır. Bunlar: Linyit, Altbitümlü, Kömür, Bitümlü kömür ve Antrasittir. Kömür, 2020 yılında, dünya birincil enerji tüketiminde %27,2'lik payla petrolden sonra ikinci sırada yer almıştır. Dünya elektrik üretiminde ise %35,1'lik payla ilk sırada yer almıştır. BP 2021 verilerine göre, 2020 yılı sonu itibarıyla dünya üzerinde toplam görünür antrasit ve bitümlü kömürler ile alt bitümlü kömürler ve linyit rezervleri 1,07 trilyon ton 'dur. Bu rezerv toplamının 753,6 milyar tonu (%70) antrasit ve bitümlü kömür (taşkömürü), 320,5 milyar tonu (%30) ise alt bitümlü kömürler ve linyittir (ETKB, 2022).

Kömürlerin oluşumu on milyonlarca, hatta yüz milyonlarca süre alır. Kömür ısınma, elektrik üretimi ve sanayide kullanılır. Yakıldığında ısı ve ışık saçan kömür çevreye zararlı gazlar saçmakta ve bu hem havayı hem sağlığı hem de çevreyi olumsuz etkilemektedir.



Kaynak: (www.enerji.gov.tr/komur)

Şekil 1.1. Dünya Kömür Rezervlerinde Ülkelerin Payları

Anstaltit ve bitümlü kömür rezervlerinde şekil 1.1.'de (ABD) birinci sırada yer alırken Çin ikinci, Hindistan üçüncü, Avustralya dördüncü ve Rusya beşinci sıradadır. Alt bitümlü ve linyit rezervi olarak Rusya birinci sırada olup ondan sonra sırasıyla Avustralya, Almanya, ABD, Endonezya ve Türkiye gelmektedir. Ülkemizin toplam kömür üretimi yıllık 20,84 milyar ton olup bunun 1,52 milyar tonu taşkömürü, 19,32 milyar tonu linyit ve asfaltitten oluşmaktadır. Türkiye'nin linyit ve asfaltit üretimi dünyadaki toplam linyit ve alt bitümlü kömür üretiminin yaklaşık %3,4'lük kısmına tekabül etmektedir. Ülkemizdeki taşkömürü, linyit ve asfaltit tüketiminde en büyük pay termik santrallere aittir. Türkiye'de 2016'dan günümüze yaklaşık 110 milyon ton kömür tüketilmektedir.

Ülkemizde 2020 yılında, yerli kömüre dayalı santrallerden 43.802,6 (GW)s, ithal kömüre dayalı santrallerden ise 62.466,5 GWs olmak üzere kömüre dayalı santrallerden toplam 106.269,1 GWs elektrik üretilmiştir. 2020 yılında kömüre dayalı santrallerden üretilen elektriğin toplam elektrik üretimi içindeki payı %34,8 olurken, yerli kömürün (liniyit+ taşkömürü +asfaltit) payı ise %14,3 olmuştur. İthal kömürün yerli kömüre oranla kullanımı iki kattan fazladır. Buradan da anlaşıldığı üzere bu durum yıllık döviz çıkışına yani dış ticaret dengesine negatif etki yapmaktadır (ETKB, 2022).

1.2.1.2. Petrol

Petrol, organik maddelerin bozulup, basınç ve ısıya maruz kalmasıyla meydana gelir. Bileşiminde hidrojen ve karbon mevcut olup içerisinde az miktarda nitrojen, oksijen ve kükürt bulunmaktadır. Rafine edilmemiş sıvı haldeki petrole ham petrol, yarı katı ve katı halde bulunan, ağır hidrokarbon ve katrandan oluşan petrole ise asfalt, zift, katran ve benzeri isimler verilir. Ham petrolün ana bileşenleri hidrojen ve karbon olduğu için hidrokarbon olarak da isimlendirilir (ETKB, 2022).

Doğada bulunan ham petrolün işlenmesi ile motorin, benzin, dizel, fueloil gibi yakıtlar elde edilir. Ham petrol ayrıca ilaç, plastik maddeler, gübre için de hammaddedir. Dünyanın farklı coğrafyalarında bulunan petrol bulunduğu yerlere göre de kimyasal bileşimlerinde farklılık gösterir. Dünyada 2020 yılında en fazla petrol üreticisi ülkeler sırasıyla ABD, Rusya, Suudi Arabistan, Kanada, Irak, Çin, BAE, Brezilya, Kuveyt, İran olarak gerçekleşmiştir. Bu ülkeler toplam petrol arzının %71,7 oranını karşılamaktadır. Diğer geri kalan %28,3'lük kısmını diğer dünya ülkeleri karşılamaktadır (IEA, 2022).

2019 sonunda başlayan küresel salgın COVID-19 küresel salgını sebebiyle küresel ekonomide duran, yavaşlayan bazı dönemlerde de normale dönen ve son dönemde neredeyse tamamen normale dönen ekonomik faaliyetler sebebiyle dönemsel arz ayarlaması olmuştur. Özellikle pandeminin Çin’den sonra Avrupa ve ABD’ de görülmesi ile üretim faaliyetlerinin durması beklentisi ile dünya piyasalarında petrol fiyatları dip seviyeleri görmüştür. Örneğin Kasım 2019’da 60 dolar civarında piyasalarda işlem gören Brent petrolün varil fiyatı Mart 2020’de 22 dolar seviyesine kadar gerilemiştir. Bu gerileme sonrası petrol üreticisi ülkeler karşılıklı anlaşmalarla arz kısıntısına gitmiş ve petrol fiyatlarını dengede tutmaya çalışmışlardır. (Bloomberg, 2022)

1.2.1.3. Doğalgaz

Doğalgaz yeraltında sıkışmış olarak bulunan, kokusu olmayan, hidrokarbonların birleşmesi ile oluşmuş, yakılması durumunda enerji ortaya çıkan bir gazdır. Doğalgazı meydana getiren hidrokarbonlar metan, etan, propan olup doğalgaz yakıldığında su buharı, azot ve karbondioksit meydana gelir. Doğalgaz ısı değer olarak yüksek ve temiz bir fosil yakıttır. Yanması durumunda ortaya çıkan sera etkisi oluşturacak zararlı gaz salınımı çok düşük seviyededir. Tarihte ilk doğalgaz kullanımı milattan önceki çağlara dayandığı tahmin edilmektedir. Kaynağından çıktığı gibi kullanılabilen doğal gaz boru hatlarıyla veya tankerlerle taşınır. Birçok ülke elektrik enerji üretiminde ve konut ısınmasında doğalgaz kullanmakta ve rezervi olmayan ülkeler doğalgazı ihracatçı ülkelere almaktadır. Dünyada en çok doğalgaz rezervine sahip ülkeler: Rusya, İran, Katar, Türkmenistan, ABD, Venezuela’dır. 2019 yılı sonu itibarıyla dünya doğal gaz rezervi 198,8 trilyon m³ olarak gerçekleşmiş ve aynı yıl içerisinde bu rezervlerden 4 trilyon m³ doğal gaz üretimi yapılmıştır (ETKB,2022).

Doğalgaz, petrol gibi ihracatçısı ülkelere birçok ekonomik ve siyasi avantaj sağlamaktadır. Rusya’nın 24 Şubat 2022 tarihinde Ukrayna’ya karşı başlatmış olduğu savaş neticesinde (AB) ve ABD, Rusya’ya karşı finans, enerji, ulaşım, medya, teknoloji, otomobil, spor ve ticaret alanlarında yaptırım açıklamış ve Rus ekonomisine bu savaştan dolayı yaptırım uygulamıştır. Enerji yaptırımı olarak petrol ve kömür ithalatını kısıtlayan Avrupa ülkeleri konu doğalgaz olunca yaptırım uygulamakta zorlandı (trthaber.com.tr). Çünkü kömür ve petrolü başka ülkelere tedarik etmeye çalışan AB ülkeleri doğalgazı tedarik etmesi jeopolitik olarak mümkün görünmüyor. AB ülkeleri doğalgaz ihtiyacının önemli bir kısmını Rusya’dan tedarik etmektedir. Doğalgaza gelecek yaptırım AB’nin enerji üretim maliyetinin

artması sebebiyle zaten enflasyonist bir zamanda bulunuyorken ekstra bir enflasyon yüküyle karşı karşıya kalma kaygısı oluşturmaktadır. Enflasyon ile beraber kömür ve petrolde Rusya'ya bağlı olan AB'nin doğalgazda da bağımlılığı diğerlerine göre daha önemli ve üye ülkeler arasında fikir ayrılığına sebep olmaktadır.

Türkiye'de 2019 yılında enerji atlası (2022) verilerine göre 45,2 milyar m³, 2020 yılında 48,2 m³, 2021 yılında ise %24 artışla 59,8 m³ doğal gaz tüketimi yapılmıştır. Ayrıca tüketilen bu miktarların ortalama yaklaşık %96,5'i ithal edilmiştir. 2021 yılındaki artışın sebebi bir önceki yıl ve ondan önceki yıl pandemi sebebi ile üretime ara verilmiş olması ve 2021 yılında kademeli olarak pandemi kısıtlamalarının kaldırılması ve üretim faaliyetlerinin hızlandırılması sebebiyledir. Ülkemizde doğalgaz tüketimi en çok elektrik üretimi ve konut ısınmasında kullanılmaktadır. Ülkemizdeki cari açığın en fazla kalemlerinden biri enerji ithalatı olmaktadır. Doğalgaz ithalatı da bu kalemlerden biridir.

Ülkemiz enerji konusunda dışa bağımlılığı en aza indirmek için Akdeniz ve Karadeniz'de gaz arama çalışması yapmakta fiziki olarak sahada, diplomasi açısından da masada mücadele vermektedir. Yapılan çalışmalar neticesinde Karadeniz'de 2020 ağustos ayında büyük miktarda doğalgaz yatakları tespit edilmiş ve 2023 yılında konutlarda kullanılmaya başlanması hedeflenmektedir. Bu gazın 25 yıl Türkiye'nin doğalgaz ihtiyacını karşılayacağı tahmin edilmektedir (TRT, 2022).

1.2.1.4. Nükleer Enerji

Uranyum nükleer santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Nükleer santrallerde Uranyumun tepkimeye uğratılarak bölünmesiyle çok yüksek miktarda enerji ortaya çıkar ve bu enerji, suyu ısıtarak aşırı sıcak su buharıyla elektrik enerjisi üretilir. Nükleer enerji üretimi çok karlı ve diğer fosil yakıtlara göre daha temiz görünse de herhangi bir kaza durumunda radyasyon sebebiyle büyük yıkımlara neden olmaktadır. İhmal, doğa olayı veya savaş nükleer enerjilerde radyoaktif sızıntı olmasına sebep olabilmektedir. Bu yüzden üretim yapan santrallerde her türlü senaryoya hazırlıklı olup gerekli önlem en titiz şekilde alınması gerekmektedir (Engin, 2013: 575)

İlk bakışta çok temiz olduğu düşünülen nükleer enerji, herhangi bir ihmal veya kaza sonucunda doğayı geri dönüşü olmayan bir yola sokarak çok büyük çevresel felaketlere sebep olabilir. Geçmişte yaşanmış olan santralde görevli personelin ihmali sonucu gerçekleşen Çernobil faciasında binlerce kişi radyoaktif kalıntıya maruz kalarak hastalıklara yakalanmış,

yüzbinlerce kişi tahliye edilmiş ve o coğrafyaya yakın yerlerde radyoaktif kalıntılar çeşitli ülkelerde rastlanmış ve sağlığı olumsuz etkilemiştir. Atom bombası gibi olan nükleer güç bir gram U235 izotopu iki buçuk ton kömür ile aynı derecede enerji gerçekleştirmekte, bundan dolayı ise nükleer enerjinin belki de yüzyıllar boyunca devam edeceği düşünülmektedir. (Albayrak, 2011).

1.2.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Kullanılması durumunda eksilmeyen, hiçbir müdahaleye gerek kalmadan, sürekli olarak doğada bulunan enerji türüne yenilenebilir enerji denir. Yenilenebilir enerji kullanıldığı zaman, atık olarak doğaya bir külfeti ve riski diğer enerji kaynaklarına göre yok denecek kadar azdır. Ülkelerin enerji konusunda dışa bağımlı olması, fosil yakıtlı enerjilerin doğayı olumsuz etkilemesi yenilenebilir enerjiye olan ilgiyi artırmıştır. Kurulum malzemelerini ithal eden ülkeler için yenilenebilir enerji santrallerini kurmak maliyetli olabilirken malzemelerini ve teknolojisini kendi üreten ülkeler için maliyet düşük olmaktadır.

Tablo 1.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Toplam Kurulu Güç İçindeki Yıllık Pay Değişimi

YENİLENEBİLİR KAYNAKLI KURULU GÜCÜN TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ İÇİNDEKİ PAYININ YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ										
Annual Development Of Renewable Based Installed Capacity Share In Turkey Total Installed Capacity										
Birim (Unit): MW										
YILLAR	BARAJ	D.GÖL VE AKARSU	HİDROLİK TOPLAM	JEO-TERMAL	RÜZGAR	GÜNEŞ	BİYO-KÜTLE *	YENİLEBİLİR KURULU GÜCÜ	TOPLAM KURULU GÜÇ	YENİLEBİLİRİN PAYI %
2005	11.967,40	938,6	12.906,10	15	20,1		13,8	12.955,00	38.843,50	33,4
2006	11.966,90	1.095,80	13.062,70	23	59		19,8	13.164,40	40.564,80	32,5
2007	12.262,00	1.132,90	13.394,90	23	147,5		21,2	13.586,60	40.835,70	33,3
2008	12.422,80	1.405,90	13.828,70	29,8	363,7		38,2	14.260,40	41.817,20	34,1
2009	12.681,70	1.871,70	14.553,30	77,2	791,6		65	15.487,10	44.761,20	34,6
2010	13.067,10	2.764,20	15.831,20	94,2	1.320,20		85,7	17.331,30	49.524,10	35
2011	13.529,30	3.607,70	17.137,10	114,2	1.728,70		104,2	19.084,20	52.911,10	36,1
2012	14.744,60	4.864,80	19.609,40	162,2	2.260,60		147,3	22.179,50	57.059,40	38,9
2013	16.142,50	6.146,60	22.289,00	310,8	2.759,70		178	25.537,50	64.007,50	39,9
2014	16.606,90	7.036,30	23.643,20	404,9	3.629,70	40,2	227	27.945,00	69.519,80	40,2
2015	19.077,20	6.790,60	25.867,80	623,9	4.503,20	248,8	277,1	31.520,80	73.146,70	43,1

Tablo 1.1. Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Toplam Kurulu Güç İçindeki Yıllık Pay Değişimi (Devamı)

YENİLENEBİLİR KAYNAKLI KURULU GÜCÜN TÜRKİYE TOPLAM KURULU GÜCÜ İÇİNDEKİ PAYININ YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ										
Annual Development Of Renewable Based Installed Capacity Share In Turkey Total Installed Capacity										
Birim (Unit): MW										
YILLAR	BARAJ	D.GÖL VE AKARSU	HİDROLİK TOPLAM	JEOTERMAL	RÜZGAR	GÜNEŞ	BIYO-KÜTLE *	YENİLEBİLİR KURULU GÜCÜ	TOPLAM KURULU GÜÇ	YENİLEBİLİRİN PAYI %
2016	19.558,60	7.122,50	26.681,10	820,9	5.751,30	832,5	363,8	34.449,60	78.497,40	43,9
2017	19.776,00	7.497,10	27.273,10	1.063,70	6.516,20	3.420,70	477,4	38.751,10	85.200,00	45,5
2018	20.536,10	7.755,30	28.291,40	1.282,50	7.005,40	5.062,80	621,9	42.264,00	88.550,80	47,7
2019	20.642,50	7.860,50	28.503,00	1.514,70	7.591,20	5.995,20	791,3	44.395,30	91.267,00	48,6
2020	22.925,00	8.058,90	30.983,90	1.613,20	8.832,40	6.667,40	1.105,30	49.202,20	95.890,60	51,3

Kaynak: (TEİAŞ,2022)

Tablo 1.1. verilerine bakıldığında ülkemizin 3 tarafının denizlerle çevrili olması, iklimsel orta kuşakta yer alması, ılıman iklime sahip olması, birçok akarsuya sahip olması gibi birçok coğrafi nedenler yenilenebilir enerji potansiyeli sunduğu tahmin edilebilir. Akarsuların potansiyeli sebebiyle geçmiş yıllarda hidrolik enerjiye yatırım yapılmış olması hidrolik enerji üretimini yenilenebilir enerji üretimi içinde en çok olanıdır. Ancak rüzgar, jeotermal, özellikle de güneş enerjisi üretimi son yıllarda oldukça artış göstermiş olup belki de ilerleyen yıllarda hidrolik enerji üretimini geçecektir.

Son 15 yıla tablo 1.1.’ de bakıldığında ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminin sürekli arttığı görülmektedir. Genel olarak bütün yenilenebilir enerji türlerinde yıldan yıla artış görülmüştür. Güneş enerjisinden elektrik üretimine çok az da olsa 2014 yılında başlanmış olup üretim hacmi yıldan yıla artmış olup 2015 yılı üretim ile 2020 yılı üretim miktarı arasında hemen hemen 5 kat fark vardır.

Son yıllardaki yenilenebilir enerji kaynaklarının üretim hızına bakıldığında ülkemizin bu konuda yatırıma açık olduğu ve gelecek açısından da bu yatırımların artabileceği beklenebilir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının türleri hidrolik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, dalga enerjisi, rüzgar enerjisi ve güneş enerjisidir.

1.2.2.1. Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji yeryüzünde akmakta veya düşmekte olan suyun gücünden faydalanarak elde edilen temiz enerjidir. Kurulduğu yerde akarsu debisi veya suyun düşüşü kuvvetli olmalıdır. Çalışma şekli şöyledir: akarsu önüne set kurulur ve kapaklı su yolları açıldıktan sonra kanatlarına su çarparak türbinin dönmesi sağlanır. Dönen türbinlerden ortaya çıkan enerji elektrik enerjisine dönüştürülür. Hidrolik enerji yatağının kurulum yatağı coğrafi ve iklim olarak elverişli olmalıdır yani yeterli yağışı alıp kuvvetli bir debiye sahip olmalıdır. Hidrolik enerjinin düşük kurulum maliyeti olması, sera gazı oluşturmaması, suyun depolanması sebebiyle yağışın olmadığı mevsimlerde suyun debisini artırmak için salınması tarım için sulama olanağı sağlaması en önemli avantajlarıdır. Kimilerine göre ise doğaya müdahale sayıldığından doğal döngüyü olumsuz etkilediği savunulmaktadır. Sonuç olarak dünyada en fazla tercih edilen yenilenebilir enerji türüdür.

Ülkemizin yenilenebilir enerji potansiyeli içinde en önemli yeri tutan hidrolik kaynaklarımızın teorik hidroelektrik potansiyeli 433 milyar kWh olup teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel 216 milyar kWh ve ekonomik hidroelektrik enerji potansiyel ise 160 milyar kWh/yıldır. 2018 yılında hidroelektrik kaynaklı 59,9 milyar kWh elektrik üretilmiştir. 2019 Ağustos sonu itibarıyla hidrolik kaynaklı elektrik üretimi 68.452 GWh değerine ulaşmıştır. 2021 yılında ise toplam elektrik üretimi içinde hidrolik enerji payı %16,8 olup 2022 Temmuz ayı itibarı ile bu pay % 31 seviyelerindedir. 2022 Temmuz ayına kadar olan süreçte 31.562 MW hidroelektrik santrallerden elektrik üretilmiştir. 2018 yılsonu itibarıyla, işletmede bulunan 28.291 MW'lık kurulu güce sahip 653 adet (HES) Türkiye toplam kurulu gücünün %31,9'una karşılık gelmektedir. 2019 Ağustos sonu itibarıyla hidroelektrik kurulu gücü 28.437 MW değerine ulaşmıştır (ETKB, 2022).

1.2.2.2. Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yerkabuğunun çeşitli derinliklerinde birikmiş ısı ve basıncın oluşturduğu sıcaklıkların; bölgesel atmosferik ortalama sıcaklığın üzerinde olan ve çevresindeki yeraltı ve yerüstü sularına göre daha fazla çözölmüş mineraller, çeşitli tuzlar ve gazlar içerebilen sıcak su, buhar ve gazlar ile yüzeye taşınan ısı enerjisidir (ETKB, 2022).

Yağmur, kar, deniz ve magmatik suların yeraltındaki gözenekli ve çatlaklı kayalar kütlelerini besleyerek oluşturdukları jeotermal rezervuarlar, jeolojik koşulların devam ettiği, reenjeksiyon işleminin yapıldığı ve beslenme-üretim değerlerine uyulduğu takdirde

yenilenebilir ve sürdürülebilir özelliklerini korurlar ve kısa süreli atmosferik koşullardan etkilenmezler (Dağıstanlı, 2007:2).

Jeotermal enerji elektrik üretimi yanında konut veya tarımsal sera arazilerinin ısınmasında da kullanılmaktadır. Isınma alanında ilk kullanılmaya başlandığı zamanlar kükürtlü su sebebiyle kalorifer sistemlerinde tıkanmalara sebebiyet vermiştir. Ancak geliştirilen yeni yöntemlerle bu sıkıntı ortadan kaldırılmıştır. Yeni yöntemlerden en yaygın olanı ise jeotermal su ile ayrı bir depodaki temiz suyun ısıtılarak yerleşim yerlerine pompalanarak ısıtılmasıdır. Jeotermal enerji bulunduğu bölgelerde ısıtmada kullanılarak kömür ve doğalgaza göre maliyeti çok daha azdır ve çevreye zararı yoktur.

Jeotermal kaynağın bir diğer kullanım alanı ise turizm ve sağlıktır. Jeotermal arazilerin olduğu yerlerde kurulan tesisler ve oteller hem turizm geliri hem de sağlık açısından sağlık turizmi olanağı sağlamaktadır. Yani enerji veya ısınmanın yanı sıra turizm ve sağlık ekonomisi yönünden jeotermal kaynaklar sahası geniş bir yenilenebilir enerji kaynağıdır.

1.2.2.3. Biyokütle Enerjisi

Biyokütle terimi çok geniş anlamda yaşayan organizmalardan üretilen madde anlamına gelir. 21. yüzyılda biyokütlenin modern kullanımı ise enerji yoğunluğunun artırılarak fuel yakıtıya çevrilmesini içerir. Genel olarak biyokütlenin modern enerji formları katı (ağaç, pellet vb.), sıvı (etanol, biyodizel vb.) ve gaz (biyogaz, hidrojen vb.) olarak gruplandırılabilir (Üçgül, Akgül, 2010:3).

Biyokütle enerjisi fosil yakıtlara alternatif enerji olarak da kabul edilir. Oluşum açısından fosil enerjiden farkı fosil enerji senelerce bitki ve hayvan kalıntılarının yeraltında fosilleşerek kendiliğinden oluşurken, biyokütle enerjisinin yakıtının dışarıdan müdahaleyle oluşması gerekmektedir. Odun, tarım veya orman bitkileri, atıklar, deniz bitkileri gerekli işlemlere tabi tutularak biyokütle enerjisi üretilebilir. Biyokütle enerjisi üretmenin çöp atıkların geri dönüşümü, bitkisel üretimin artması, fosil yakıtı ihtiyacın azalması, temiz enerji olması, bütün coğrafyalarda üretilebilir olması gibi önemli avantajları vardır. Biyokütle enerjisinden elektrik üretim prensibi biyokütle yakıtla su buharı ortaya çıkarıp elektrik üretilir (Üçgül, Akgül 2010).

Biyokütle enerjisi üretiminde çöp atıkların toplanması metan gazı ortaya çıkarır ve bu kontrolsüz patlamalara sebebiyet vermesi olumsuzluğu risk olarak görülebilir. Ayrıca bitkisel

atıktan üretilen biyokütle enerji yakıtında üretilen bitkiler gıda bitkisi olması durumunda o hane halkının o bitkiye ulaşımı güçleşir ve bunun fiyat artışına sebebiyet vermesi ayrı bir risk olarak görülebilir. Yani biyokütle enerji yakıtının üretiminde dikkatli ve planlı olup uzmanlaşmak gerekmektedir. Aksi durumda çevreye veya gıda piyasasına zararı dokunabilir. Dünyada ve ülkemizde biyokütle enerjisine ilgi yıldan yıla artmaktadır. Türkiye’de 2011 yılında üretilen biyokütle enerjisi ile 2022 yılı arasında yaklaşık 9,5 kat fark olup 2022 yılı haziran ayı itibarı ile toplam kurulu güç içindeki payı %2,14’ tür (Enerji Atlası, 2022).

1.2.2.4. Dalga Enerjisi

Archimedes prensibi ve yerçekimi arasında ortaya çıkan büyük güç dalga enerjisidir. Dalga enerjisi en çok önerilen yenilenebilir teknolojilerden biridir. Sadece büyük bir enerji kaynağı değildir, aynı zamanda birçok yenilenebilir enerji kaynaklarından daha güvenilirdir. Güneş ve rüzgâr zamanın %20-30’unda temin edilebilirken dalga gücü zamanın %90’ında elde edilebilir durumdadır. Temiz, ucuz ve doğal enerji kaynağı olan, doğal dengeyi koruyan, solunabilir temiz havayı sağlayan, ülke ekonomisine destek olan dalga enerjisi üç yanı denizlerle çevrili ülkemizde yararlanılması gereken yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir (Tezcan Ün, 2013:1).

Dalga enerjisi için sahillere veya denize tirbün kurulması gerekir. Tirbün kurularak dalgaların gücüyle tirbüne uygulanan kuvvet elektrik enerjisi sağlar. Teknoloji olarak gelişime açık olan dalga enerjisi üretiminin dalga gücünden veya doğa olaylarından etkilenip tirbünlerin tahrip olma riski vardır. Tahrip olma durumu maliyetleri arttıracaktır. Bununla birlikte; dalga enerjisinde sınırlamalar da vardır. Her dalga boyutunun kullanılması için bir tasarımın oluşturulamaması, gemi rotaları, askeri tatbikatlar, balık avlanma alanları, su altı kabloları gibi kısıtlamalar büyük dalga enerjisi projelerine başlamadan önce dikkate alınması gereken hususlardır. (Sağlam ve Uyar, 2005)

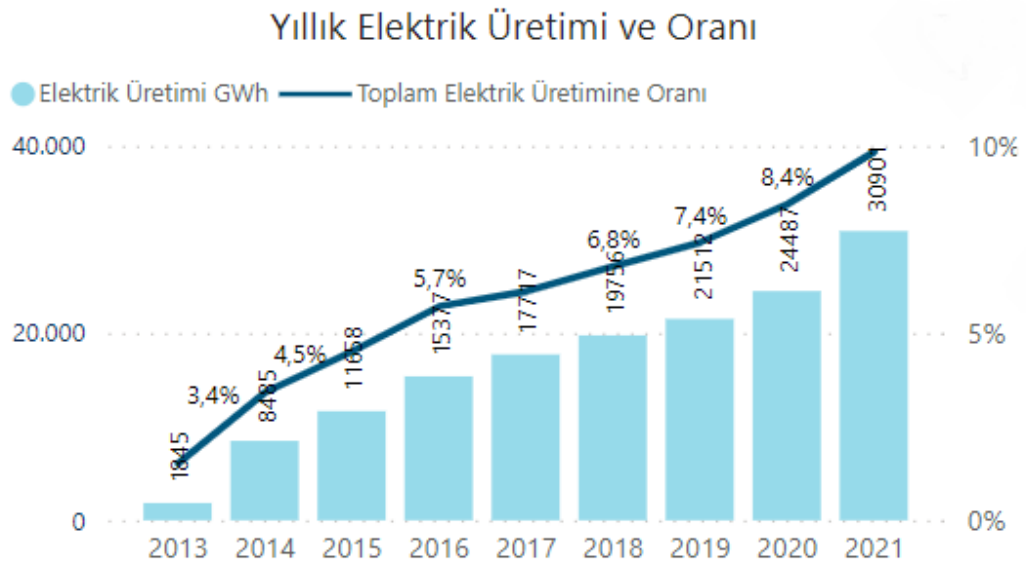
1.2.2.5. Rüzgâr Enerjisi

Yeryüzündeki tüm yüzeyinin güneş tarafından aynı düzeyde ısıtılmamasından kaynaklanan ısı farkı rüzgârı meydana getirir. Coğrafi bir olay olan rüzgâr tükenmeyen, maliyeti olmayan, gaz salınımı olmayan, insan müdahalesine gerek kalmadan ortaya çıkan geçmişten günümüze mevcut olan bir enerji kaynağıdır. İnsanlığın geçmiş çağlarında rüzgâr enerjisi ulaşımında yelkenli gemilere, üretimde değirmenlere, günümüzde rüzgâr enerjisi santrallerine kaynak olmuştur. Günümüzde rüzgâr enerjisi oldukça tercih edilen yenilenebilir

enerji türü olarak kullanılmaktadır. (Elibüyük ve Üçgül, 2014)

Rüzgârdan elektrik enerjisi üretme prensibi şu şekildedir: sürekli rüzgâr esen bir yerde rüzgâr türbinleri kurulur. Esen rüzgârla türbinler dönmeye başlar ve döndükçe oluşan enerji elektrik enerjisine çevrilir. Rüzgâr enerji sistemi kurulumunda ana malzeme rüzgâr türbinleridir. Bu türbinlerin teknolojisi ithal olmayıp kurulan ülke kendisi üretmesi durumunda maliyet oldukça düşecektir.

Rüzgâr enerjisinin üretileceği alan belirli özelliklere sahip olması gerekmektedir. 2006 yılında orta-ölçekli sayısal hava tahmin modeli ve mikro-ölçekli rüzgâr akış modeli kullanılarak 200 m yatay çözünürlükte hazırlanan Türkiye Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA-V1) verilerine göre yer seviyesinden 50 metre yükseklikte ve 7,5 m/s üzeri yıllık ortalama rüzgâr hızlarına sahip kullanılabilir alanlarda kilometrekare başına 5 MW gücünde rüzgâr santrali kurulabileceği kabul edilmiş ve Türkiye’de kurulabilecek rüzgâr elektrik santrallerinin toplam kapasitesinin 47.849,44 MW olduğu belirlenmiştir. Şartları sağlayan alan Türkiye’nin toplam yüzölçümünün %1,3’üne denktir. (ETKB, 2022)



Kaynak: (www.poerbi.com, 2022)

Şekil 1.2. Türkiye Yıllık Rüzgar Kaynaklı Elektrik Üretimi ve Oranı

2021 yılı itibariyle Türkiye’de toplam 273 rüzgâr santrali, 3983 adet türbin, 232 firma tarafından kurulmuş olup, 30900 MW elektrik üretimi sağlamakta bu da toplam enerji üretimi içinde %9,84’e denk gelmektedir. Şekil 1.2’de görüldüğü üzere rüzgâr enerji santrali

kurulumu her geçen yıl artmakta ve toplam enerji üretimi içinde de payını arttırmaktadır. 2013 yılı ile 2021 yılı arasında yaklaşık 16,74 kat fark vardır (powerbi.com). Kaynak açısından hiçbir maliyet, zaman gerektirmediği gibi hiçbir atığı olmayan rüzgâr aslında enerji üretimi içinde yatırımcı sağlamaktadır. Yatırım içinde, sağlayıcı ülkenin hiçbir zahmete katlanmasına gerek kalmamakta sadece gerekli denetimi yapıp, şartları sağlayana yatırım izni vermesi yatırım artışına sebep olmakta veya yabancı sermaye açısından da cazip olabilmektedir.

1.2.2.6. Güneş Enerjisi

Dünyamız samanyolu galaksisi içinde güneş sisteminde yer almaktadır. Güneş dünya için ısı, ışık kaynağıdır. Dünyanın yaklaşık 110 katı büyüklüğünde olan güneşin uzay boşluğuna yayılan enerjisinin çok az kısmı dünyaya ulaşmaktadır ancak bu enerji dünyaya ısı ve ışık olarak yetmektedir. Dünyaya olan uzaklığı yaklaşık 150 milyon km civarında olan güneşin bileşimi %95 civarı hidrojen ve kalan kısmı sıcak gazlardan oluşur. Hidrojenin, helyuma dönüşüp füzyon süreciyle enerji oluşmasına güneş enerjisi denir (ETKB, 2022). Güneş uzay boşluğunu ve dünyamızı milyonlarca yıldır ısıtmaya ve aydınlatmaya devam etmektedir.

Enerji olarak bakıldığında çoğu enerji kaynağının oluşumu için güneş enerjisine ihtiyaç vardır. Dünyanın devamı için gerekli birçok etkenin oluşumunun yanı sıra enerji olarak suyun buharlaşıp yağış olmasında, akarsuların akış rejiminde etken olan güneş biyokütle ve hidrojen enerjisinin oluşumunda, çoğu fosil yakıtta başkalaşım için gerekli olan ısı enerjisi yine güneş enerjisi sayesinde, rüzgârların ortaya çıkması için gerekli ısı güneş sayesinde ortaya çıkmaktadır.

Güneş enerjisinden elektrik üretimi için gerekli olan tek şey üretilecek yerin yeterli miktarda güneş ışığına maruz kalmasıdır. Yer şekli ve iklimsel olarak elverişli yer birincil koşuldur. Kurulum maliyeti dışında hiçbir maliyeti olmayan güneş enerjisi teknoloji açısından kurulumu kendisi yapabilen ülkeler için çok önemli avantajdır. Ayrıca kurulan santraller kurulum yerine göre ortalama 10 ile 25 yıl arasında kullanım ömrü hesaplanmakta ve kurulan sistemlerin yenilenmesi gerekmektedir. Ayrıca kullanıma bağlı her geçen yıl üretim verimi düşmekte ve yerine göre bu oran değişmektedir. Dünyada güneş enerjisinden elektrik üretimi sırası 2020 yılında Çin, ABD, Japonya, Almanya olarak devam etmekte ve Türkiye 14. Sırada yer almaktadır (Enerji Atlası, 2022).

2. BÖLÜM

2. GÜNEŞ ENERJİSİ VE TÜRKİYEDEKİ POTANSİYELİ

2.1. Güneş Enerji

Günümüz yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde büyük bir enerji kaynağı olan güneşten enerji üretimi son zamanlarda iyice yaygınlaşmıştır. Karbon salınımı olmayan güneş enerjisi temiz olmasının yanı sıra kurulumla alakalı giderleri ve aşınma payı giderleri dışında ham madde, girdi gibi maliyetleri olmaması ve ulaşılabilir olması en çok tercih sebebidir. Güneş enerjisi kullanımına örnek olarak ısıtma enerjisi üretimi, tarımda güneş enerjisi, deniz suyu arıtmanın yanı sıra ticari enerji şirketleri, güneş enerjisi tarlaları, kendi elektriğini üreten ev olarak adlandırılabilen güneş panelli konutlar hatta stadyumlar yaygınlaşmaya başlamış ve işletmelerinin karlılığını arttırmak, maliyetleri minimize etmek amacıyla firmalar fabrika veya bina çatılarına paneller monte ederek gelir sağlamaktadır. (Tanış,2019)

Güneş çeşitli elementlerin kimyasal tepkimeleri ile milyarlarca yıl güneş sistemi için ısı ve ışık kaynağı olmuştur. Güneş enerjisinden faydalanma insanlık tarihi açısından hep var olmuştur ve teknolojisi ilerlemektedir. Şu anda dünyaya ulaşan güneş enerjisi dünyada kullanılan enerjinin yaklaşık on beş bin katı olduğu tahmin edilmektedir. Dünyada güneşten gelen enerji ısı ve elektrik olarak dönüştürülerek kullanılır. (İstemi, 2004: 36).

Günümüzdeki nüfus artışı ve enerjiye olan ihtiyacın artması sebebiyle insanoğlu yeni enerji kaynakları arayışına yönelmiştir. Hem temiz hem ekonomik olan yenilenebilir enerji kaynakları ve bu kaynaklardan olan güneş enerjisi teknoloji sürekli gelişmektedir. Bu sebeple güneşten elektrik ve ısı enerjisi üretiminin önemi hem artmakta hem de yaygınlaşmaktadır. (Mazi, 2003).

2.1.1. Güneş Enerjisinin Tarihçesi

Güneş kendi sistemi içindeki gezegenlerin ve yıldızların ışık ve ısı kaynağıdır. Dünyada yeryüzü ve atmosferi etkileyen fiziki oluşumların meydana gelme sebebidir. İnsanlık tarihinde biyolojik hayatın devamlılığı için gerekli olmasıyla beraber yaşamı kolaylaştırıcı birçok alanda eski çağlardan beri güneş enerjisinden faydalanılmıştır.

Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğinde yer alan füzyon süreci ile ortaya çıkan enerjidir. Füzyon süreci hidrojen gazının helyuma dönüşmesidir. Güneş, yaklaşık $3,9 \times 10^{26}$ W güç

yayan, temiz ve tükenmez bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneşten yayılan bu enerjinin çok az bir miktarı Dünyaya ulaşmaktadır. Geri kalan kısmı da uzayda yayılmaktadır. Atmosferin dış yüzeyindeki bir metrekareye ortalama 1.367 W güç düşmektedir. Atmosferin dış yüzeyine gelen bu ışımanın genellikle X ışınlarından ve ultraviyole ışınlarından oluşan bir kısmını emerken bir kısmını ise yansıtmaktadır. (ETKB, 2022).

Güneş enerjisi sektöründeki ilk buluşlar on sekiz ve on dokuzuncu yüzyılda meydana gelmiştir. Dünyadaki ilk kez güneş kolektörü 1767 yılında İsviçreli Horace De Saussure önderliğinde keşfedilmiştir. 1839'da Fransız bilim adamı Alexandre-Edmund Becquerel iki metal plaka ile oluşan elektrik akımı ve bunun gelişmesi için türevleri üzerine çalışarak nihayetinde fotovoltaiik etkiyi keşfetmiştir. Daha sonraki yıllarda selenyumun fotoiletken olduğu keşfedilmiş, daha sonraki yıllarda selenyumun fotovoltaiik etkisi incelenmiş sonrasında da nihayet 1884 yılında selenyum altın katmanıyla kaplanarak dünyadaki ilk güneş pili ABD'li Charles Fritts tarafından yapılmıştır. Buradaki dikkat çeken bir nokta güneş enerji teknolojisi bir veya iki ülkede değil birkaç farklı ülkede değişim ve gelişim göstermiş olmasıdır (Çiftçi, 2015).

Fotovoltaiik etkisi ilk olarak 1839 yılında Fransız fizikçi Alexandre Edmond Becquerel tarafından keşfedildi. 1876 yılında ise William G. Adams ve Richard E. Day tarafından silisyum kristalleri bulundu. Ancak 1905'te Albert Einstein tarafından fotovoltaiik etkisi düzgün bir şekilde ifade edilmiş ve bu sayede 1921 yılında Nobel Fizik Ödülü kazanmıştır. 1950 yılında silikon hücrelerinin verimi %4 olarak Daryl Chapin, Calvin Fuller ve Gerald Pearson tarafından ortaya konulmuştur. İlk teknik uygulama "Vanguard 1" uydusu ile beraber 1954 yılında uydu teknolojisinde yer almıştır. 1960-1970 yıllarında havacılık sektörü fotovoltaiik hücrelerin gelişiminde öncü olmuştur. 1970'lerde ortaya çıkan enerji krizi ve çevre duyarlılığı ile daha ekonomik olması için çalışmalar hızlanmıştır. ABD, Almanya ve Japonya değişik programlar (100.000 çatı) Yenilenebilir Enerji Yasası (Renewable Energy Law "Erneuerbare-Energien-Gesetz", kısaltması: EEG) ile önemli teşvikler sundular. (Güneş Sistemleri, 2022).

Enerji krizleri, çevresel bilincin artması, iklim değişikliği, karbon salınımının zararı, enerji bağımsızlığı, fosil yakıtların azalması ve sınırlı olması sanayi devriminden sonra teker teker veya birlikte ortaya çıkan bu sorunlar günümüze kadar güneş enerjisinin üzerinde çalışmaları iyice arttırmış ve ülkeleri teşvik etmiştir. 2000 yılından sonra yatırımlar iyice artmış ve 2020 yılında kurulu güç enerji atlası.com adlı internet sitesi verilerine göre 704.028

MW olarak gerçekleşmiş ve bu kurulu gücün kurum maliyeti 2022 yılı maliyeti 857,5 milyar dolara denk geldiği tahmin edilmektedir. 2000’li yıllarda artan güneş enerjisi yatırımlarının temelinde iklim değişikliği, karbon salınımı gibi çevresel sorunlar yer almaktadır. 2022 yılına gelindiğinde özellikle Avrupa ülkeleri için bu sorunların daha önünde başka bir sorun yer almıştır. Bu sorun Rusya’ya uygulanan savaş yaptırımıdır. Rusya’nın Ukrayna’ya saldırmasıyla başlayan savaş ABD ve Avrupa Birliği ülkelerinin peş peşe Ukrayna’ya desteğine ve Rusya’ya yaptırımlar uygulamasına yol açmıştır. Ekonomik, siyasi, spor müsabakalarından men gibi birçok alanda yaptırımlar uygulandı. Rusya karşı yaptırım olarak Avrupa’ya doğalgaz ihracatını büyük oranda durdurunca Avrupalı ülkeler elektrik üretiminde ve ısınmada kullanılan doğalgaz, kömür gibi kaynaklardan yoksun kalmış, farklı pazarlardan tedarik ettiği kömür, petrol türevi yakıtlara ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneldi. Özellikle güneş enerjisi kurulumu oldukça ivme kazandı. Birçok tasarruf tedbirleri alındı. Önceki dönemlerdeki kömür ile çalışan termik santrallerin tekrar aktif hale gelmesi gündeme geldi (TRT, 2022).

Bu durum enerji bağımsızlığının önemini açığa çıkardı ve yaptırımlar sonucu temiz enerji için üretim ikinci plana geriledi. Çünkü yaptırımlardan sonra kurulan yenilenebilir enerji santrallerinin kurulum sebebi temiz olmasından ziyade enerjiye her zamankinden daha çok ihtiyaç olması, Rus doğalgazının gelmeyecek olması sebebiyledir. Yani mücbir sebep aslında yeşil enerjiye geçişi bir bakıma zaten hızlanmış olan süreci iyice hızlandırmış oldu. Ayrıca kömür ile faaliyet gösteren termik santrallerin tekrar aktif hale getirilmesi temiz enerjiye geçişin şu anda ikinci planda olduğunun asıl hedefin mevcut enerji talebinin bir şekilde mevcut kaynaklardan karşılanmasının bir kanıtı olduğu söylenebilir.

2.1.2. Güneş Enerjisi Teknolojileri

Güneş temiz ve maliyetsiz bir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisinden iki şekilde faydalanılır. Bunlardan birincisi ısı, ikincisi elektriktir. Isı enerjisi olarak ısınma, elektrik üretimi, gibi alanlarda ısıl teknoloji olarak faydalanırken, direkt elektrik enerjisine fotovoltaiik teknolojisi ile dönüştürölür. Isıl enerji olarak güneş enerjisinin kullanımı günümüzde oldukça yaygındır ve bunu sebebi kurulum maliyetinin düşük olmasıdır. Isıl enerji olarak güneş enerjisinin temelinde yatan prensip suyun ısınarak çeşitli alanda kullanılması veya sıcak su ile elektrik üretilmesidir. Hanelerdeki sıcak su için kullanılan güneş enerji sisteminin çalışma şekli günümüzde dünyada hemen hemen her bölgede günlük yaşamda kullanılmaktadır. Aynı zamanda seracılık ile tarımsal faaliyetler bu şekildedir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi

teknolojileri iki ana gruba ayrılır bunlar: ısıl güneş enerjisi teknolojileri ve fotovoltaiik güneş enerjisi teknolojisidir (Altuntop ve Erdemir, 2013).

2.1.2.1. Isıl güneş teknolojisi

Güneş enerjisinin ısı enerjisinden faydalanılan bu teknolojiye önemli olan tek şey ısıdır. En yaygın kullanım alanı günlük hayatımızda evimizde kullandığımız güneş enerjisi sistemidir. Çalışma şekli, güneşten gelen enerji direkt ısı enerjisi olarak güneş kolektörleri ile su ısınması ile suyun ısınmasıdır. Aynı zamanda ısınan bu ısı ile elektrik de üretilebilmektedir. Isıl güneş enerji teknolojisi iki ana başlık olarak incelenir. Bunlar: düşük sıcaklık ve yoğunlaştırıcı sistemler olmak üzere iki gruba ayrılarak incelenir (ETKB, 2022).

Güneş enerjisinden ısı üretiminde kullanılan en basit ve kolay yol, düşük sıcaklık ısı enerji teknolojisidir. Düzlemsel güneş kolektörü sıcaklığı düşük sıcaklı bir türdür. En çok hanelerde kullanılan güneş enerjisi ile su ısıtma sistemleri buna örnek olarak verilebilir. Ayrıca güneş enerjisinden pişirme, seracılık, su arıtma, kurutma gibi alanlar düzlemsel veya vakumlu güneş kolektörlerinin kullanıldığı alanlardır.



Kaynak: (Altuntop ve Erdemir, 2013)

Şekil 2.1. a: Düzlemsel Güneş Kolektörler b: Vakum Tüplü Güneş Kolektörleri.

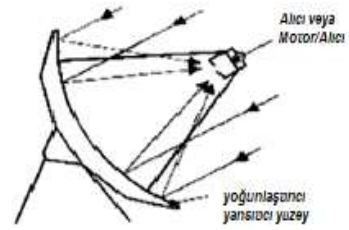
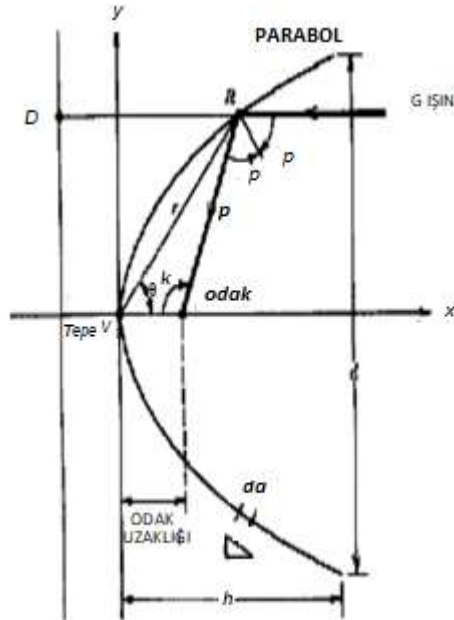
Düzlemsel güneş kolektörleri, saydam örtü, yüzey, taşıyıcı borular, yalıtım malzemesi ve kasadan oluşur. Güneş ışığının yüzeye gelmesi ile içindeki bu sistemle su ısınır. Vakum

tüplü kolektörlerde ısı 120 °C sıcaklığa ulaşırken düzlemsel kolektörlerde sıcaklık 70-80 °C aralığındadır (Kılıç, 2015).

Yoğunlaştırıcı ısı güneş enerjisi teknolojilerinde güneş ışığından gelen enerjiyi yoğunlaştırıcı olarak; parabolik aynalar, çanaklar veya heliostatlar kullanılmakta ve elektrik enerjisi üretimi aşağıda sıralanan yöntemlerle gerçekleştirilmektedir;

- Güneşten gelen radyasyonunun toplanması için kolektör sistemi uygulaması
- Güneşten gelen radyasyonun tek bir alıcı üzerine sabitlenmesi
- Güneş radyasyonunun alıcının etkisiyle ısı enerjiye çevrilmesi
- Isıl enerjinin bir güç dönüşüm sistemine aktarımı
- Isıl enerjinin bir buhar türbini-jeneratör sistemi ile elektrik enerjisine dönüştürülmesi.

Yoğunlaştırıcı ısı sistemler parabolik oluklu kolektörler, parabolik çanak sistemleri ve merkezi alıcılı sistemler olmak üzere temelde üç kısımda uygulaması vardır (Tabak, vd. 2009: 320).



Kaynak: (Tabak vd., 2009: 320)

Şekil 2.2. Parabolik Sistem ve Parabolik Çanak Sistemi

Yoğunlaştırıcı ısıt sistemlerde birinci önemli kural güneş ışığına gün boyu odaklanmasını sağlamaktır. Böylece yüksek sıcaklıkla sıcak su veya buhar elde edilerek enerji üretilir. Odaklanmanın gün boyu sağlanması gerekir.

Parabolik sistemler isminden de anlaşılacağı gibi parabol şeklinde güneş ışınlarını alırlar ve merkezde toplarlar. Sistem doğu ve batı yönünde ayna güneşi takip edecek şekilde veya sürekli görecektir şekilde kurulur ve gün ışığı alır. Çanak şeklinde olan sistemler çanağa vuran ışığı alır ve merkezde parabol şeklinde yansıyan ışık toplanır ve sıcaklık elektrik enerjisine dönüştürülür. Parabolik oluklu aynalı sistemler de tıpkı çanak gibidir ancak aynalar yarı silindirik şeklinde olup merkezde ısıyı toplayan merkezi borular bulunmaktadır. Aynada bir noktaya gelen güneş ışığı mekanizma içindeki özel sıvıya yüksek sıcaklık sağlamış olur. Isınan özel sıvı mekanizma içindeki suyu kaynatır veya buhara dönüştürerek türbinleri harekete geçirir ve böylece elektrik enerjisi üretilmiş olur. Merkezi alıcılı sistemler ise güneş ışığını merkez alıcıya yansıtan aynalar doğrusal olarak yansıtan sistemdir. Merkezde merkezi kule vardır ve kulenin üstünde merkezi alıcı vardır. Çevresine aynalar yerleştirilir ve gün boyu aynalardan doğrusal olarak alıcıya güneş ışığı yansır ve toplanan bu yansımalar ısı enerjisi ile sistem içindeki özel sıvıyı ısıtmaya başlar demektir. Çok yüksek değerlere ulaşan sıcaklık merkezi alıcıda ısı enerjisi veya elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılır (Tabak, vd. 2009: 320).

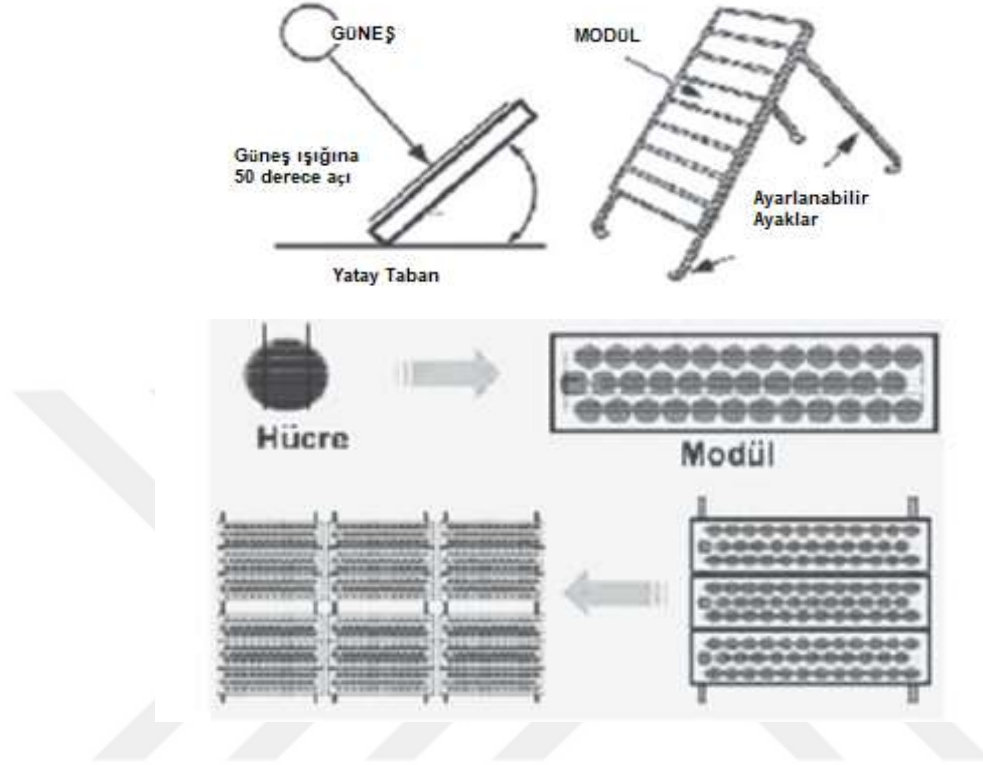
2.1.2.2. Güneş pili (fotovoltaik) güneş enerji teknolojisi

Fotovoltaik kelimesi Türkçe bir kelime olmayıp İngilizce photo ve voltaic kelimelerinin birleşmesinden meydana ışık ve voltaj anlamındadır.

İlk olarak 1839 yılında Fransız bilim adamları tarafından keşfedilmiştir.

Fotovoltaik güneş enerjisi sistemi güneşten gelen enerjiyi doğrudan elektrik enerjisine çevrilmesidir. Fotovoltaik güneş teknolojilerindeki temel ilke fotovoltaik dönüşümdür. Bu dönüşüm iki aşamada oluşmaktadır. Birinci aşamada, pozitif- negatif akım taşıyıcıları olan yük çiftlerinin oluşturulması, ikinci aşamada da çiftlerin bir elektrik alanı ile birbirinden ayrılmasıdır. PN eklemi oluşturulurken içerisinde fazla elektron bulunan n-tipi yarı iletken madde ile fazla pozitif yük bulunan p-tipi yarı iletken madde yan yana getirilir. Bu ekleme yapısal olarak oluşturulmuş bir elektriksel alan mevcuttur. Tüm enerji dönüşüm olayları bu bölgede olmaktadır. Bu ekleme gelen güneş fotonları, enerjisini bu eklemdaki elektronlara verir ve bu enerji ile oluşan negatif–pozitif yükler, var olan elektriksel alan ile birbirlerinden

ayrılır. Böylece devrede doğru akım üretilmiş olur. Üretilen bu doğru akım istenildiğinde bir akü grubunda depolanabilmekte veya DC/AC invertörler üzerinden şebekeye verilebilmektedir (Enerji Tabi Kaynaklar Bakanlığı, 2022).



Kaynak: (Kantaroglu, 2010: 3)

Şekil 2.3. Fotovoltaik Güneş Paneli ile Açısı ve Fotovoltaik Panel Oluşumu

Fotovoltaik sistemlerde direkt elektrik enerjisi üretimi hücreler sayesinde olmaktadır. Hücrelerin birleşimi ile paneller oluşmakta ve gerekli enerji alınan güneş enerjisi ile doğru orantılı olarak artmakta ve azalmaktadır. Güneş ışığı fotovoltaik sistem tarafından alınarak DC (doğru akım) akımlı cihazlarda elektriğe doğrudan çevrilip depo edilerek, AC'ye (alternatif akım) dönüştürüp AC ile çalışan şebeke bağlantılı yerlerde de kullanılır (Keleş, 2008:33). Günümüzde bunun örneği konutların çatılarında, üretim tesislerinde veya fabrika gibi işletmelerin çatılarında kullanımı gibi alanlar vardır. (ETKB,2022)

Modülü oluşturan hücreler, silisyum esaslı güneş kristal silikon hücreleri, ince film güneş hücreleri hücreler olarak sınıflandırılabilir. Silisyum esaslı hücreler isminden de anlaşılacağı üzere hücrelerin yapımında silisyum kullanılmaktadır. En çok tercih edilen silisyum esaslı güneş kristal silikon hücreleridir. İnce film teknolojisi de gelişmekte olup pazarda kendine yer bulmaya çalışmaktadır. Gelişmekte olan nano kristal güneş hücreleri

oldukça yüksek verime sahiptir ancak maliyeti de yüksektir (Keleş, 2008:69).

Güneş paneli montaj yapıldığı alanın da eğimi göz önünde bulundurularak güneş ışığını en iyi şekilde alabileceği şekilde yerleştirilmelidir. Günümüz teknolojisinde güneş takip eden fotovoltaik sistemler de üretilmiş ve haliyle maliyeti de yüksektir. Ayrıca monte edilen yerde gölgelenme minimum düzeyde olmalıdır. Çünkü fotovoltaik sistemler diğer sistemlere göre gölgelenmeden çok fazla olumsuz etkilenmekte ve verimi düşmektedir. Bulunduğu alan ağaçlardan veya gölge yapacak cisimlerden uzak olmalıdır. Hatta küresel ısınmadan dolayı günümüzde yaz aylarında oldukça fazla yangınlar çıkmakta ve günlerce, haftalarca sürmektedir. Yaz aylarında güneşlenme süresinin maksimum düzeye ulaşması sistemde verimin normal şartlarda en yüksek verimli zamanları olması gerekirken yangınlar nedeniyle duman ortaya çıkmakta ve verimi düşürmektedir. Bir diğer iklim değişikliği sebebi olan ani yağmurlar bir bölgeye bir yılda düşecek yağmur bazı bölgelere bir günde düşmekte felaketlere sebep olmakta veya aşırı büyük dolu yağışları olmaktadır. Sel veya dolu sebebi ile bu güneş enerjisi sistemleri zarar görmekte, maliyet ve verim kaybına yol açabilmektedir (Deniz, 2013).

2.2. Türkiye'nin Güneş Enerji Potansiyeli

Dünyamızın devamlılığı güneşe bağlıdır ve güneş en önemli enerji kaynağıdır. Milyonlarca kilometre uzaklıkta olan güneş milyonlarca yıldır dünyamızı hatta güneş sistemindeki yıldızları ısıtmakta ve aydınlatmaktadır. Araştırmalara göre güneşin dünyamızı çapıyla kadar dairesel alan üzerine düşen güneş enerjisi 178.000.000.000.000 (yüz yetmiş sekiz trilyon) KW miktarıdır. Dünyanın bir yılda kullandığı enerjinin yirmi bin katı güneş enerjisi güneşten dünyaya sağlanmaktadır. Türkiye coğrafi iklim kuşağı olarak orta kuşakta yer almaktadır. Dört mevsim belirgin olarak yaşanmakta güneşlenme süresi oldukça fazladır. Bir yıl içinde azımsanmayacak miktarda güneş ışığına maruz kalmaktadır. Güneşli gün sayısı oldukça fazla olmasının yanı sıra güneşten gelen ışığı engelleyecek iklim yapısı az ve mevsimsel zamanla sınırlıdır. (Varınca ve Varank, 2005)

Güneş enerji potansiyelinin yüksek olması elde edilecek verimi arttıracaktır. Yapılacak olan yatırımlar güneş enerjisi potansiyeline göre karar verilebilir. Çünkü güneş enerjisi potansiyeli düşük olan yerlerde üretim miktarı da düşük olacaktır. Yapılacak olan yatırım için harcamaların başında kurulum malzemeleri olacaktır. Malzemelerle beraber tesisin kurulacak olduğu alan, işçilik giderleri en önemli maliyetler olduğundan; güneş

enerjisi potansiyeli düşük olan bir yer seçildiğinde belki toplam maliyet ile toplam gelir başa baş olup herhangi bir kar olmayacak belki de mali olarak zarar meydana gelecektir.

Herhangi bir yerin güneş enerji potansiyelinin yüksek olması oranın güneş enerjisi santrali yatırımına uygun bir yer olduğu anlamına gelmeyebilir. Şöyle ki güneş enerjisi potansiyelinin yanında, kurulacak olan bölgenin sosyolojik ve siyasi olarak yapısının yanı sıra doğal afet riski, beşerî riskler, yenilenebilir enerjiye olan ihtiyaç gibi faktörler ve teknik kapasite de göz ardı edilmemesi gerektiği düşünülebilir. Yani güneş enerji potansiyeli güneş enerjisinden elektrik üretimi yatırımı için tek başına bir etken olmadığı söylenebilir. Güneş enerji potansiyeli yanında diğer etkenler dikkate alındığında optimal yatırım karlılığına daha çok yaklaşılmış olup sosyal ve ekonomik fayda daha çok olacaktır. (Deniz, 2013).

Tablo 2.1. Türkiye'nin Toplam Güneş Enerjisi Potansiyelinin Aylara Göre Dağılımı

Aylar	Aylık Toplam Güneş Enerjisi		Güneşlenme Süresi
	(kcal/cm ²)	(kWh/m ²)	(saat/gün)
OCAK	4,45	51,75	103
ŞUBAT	5,44	63,27	115
MART	8,31	96,65	165
NİSAN	10,51	122,23	197
MAYIS	13,23	153,86	273
HAZİRAN	14,51	168,75	325
TEMMUZ	15,08	175,38	365
AĞUSTOS	13,62	158,4	343
EYLÜL	10,6	123	280
EKİM	7,73	89,9	214
KASIM	5,23	60,82	157
ARALIK	4,03	46,87	103
TOPLAM	112,74	1311	2640
ORTALAMA	308 cal/cm²	3,6 kWh/m²-gün	7,2 saat/gün

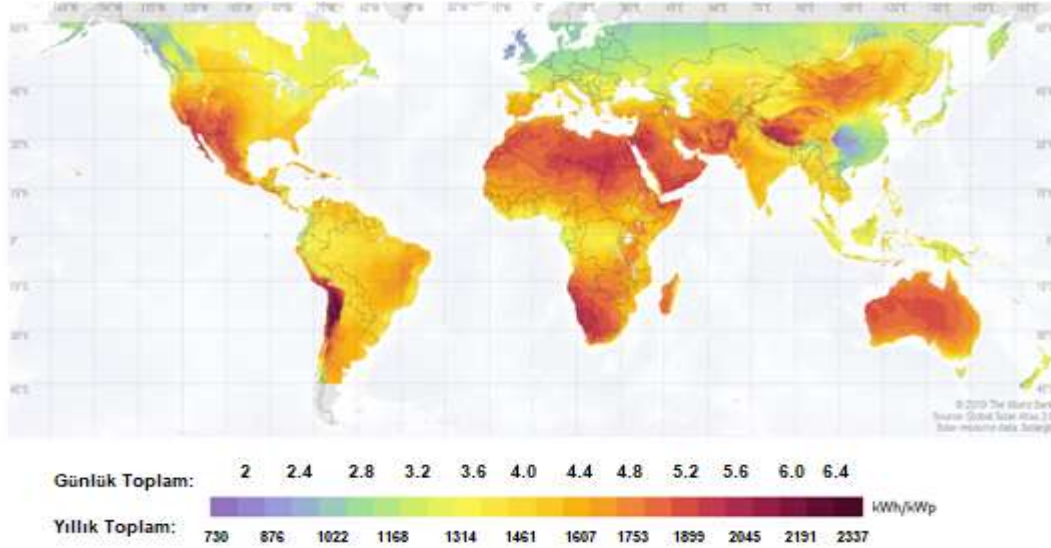
Tablo 2.1’de çalışmada belirttiği Türkiye’nin aylara göre güneşlenme süreleri ve aylık toplam güneş enerjisi miktarları gösterilmiştir. Türkiye ortalama yıllık güneş ışığını alma şiddeti 1.311 kWh/m²-yıl olarak tespit edilmiştir. Yıllık toplam güneşlenme süresi 2640 saat/ay olarak hesaplanmıştır. Ortalama güneş ışığını alma şiddeti 3,6 kWh/m²-gün, ortalama güneşlenme süresi ise 7,2 saat/gündür. Yani hemen hemen bir günün 1/3’üne yakını güneşlenmektedir. En çok güneşlenme süresi ve ısınım şiddeti temmuz ayındadır. En az güneşlenme süresi aralık ve ocak ayları olup ısınım şiddeti en az olan ay Aralık ayıdır. Ekvatora yakınlık olarak Güneydoğu bölgesi ve Akdeniz bölgesi en yakın bölgeler olsa da güneşlenme süresi en çok olan bölge Güneydoğu Anadolu bölgesi olup ikinci Akdeniz

bölgesidir. Güneydoğu bölgesinde denizin olmaması, Akdeniz bölgesinde denizin olması buna etken olabilir. Diğer bölgeler sırasıyla Ege bölgesi, İç Anadolu bölgesi, Doğu Anadolu bölgesi, Marmara bölgesi ve Karadeniz bölgesidir. Bölgelerin bu şekilde sıralamasında coğrafi konum ana etkindir. Dünyanın şeklinin geoit olmasından ve dünyanın güneşe göre konumu ekvatora yakın olan yerlerin güneşlenme süresi, uzak olan bölgelere göre daha uzundur. (Varınca ve Gönüllü,2006)

2.2.1. Radyasyon Değeri

Güneşten dünyamıza gelen enerjinin potansiyelini ölçmek için radyasyon değeri ölçülür. Güneş ışığının tamamı dünyaya ulaşmaz, dünyaya ulaşana kadar büyük kısmı uzayda ve atmosferde kaybolur. Güneşten dünyaya gelen ışık yaklaşık 8,2 dakikada gelmektedir. Küresel güneş enerjisi kurulu güç bazında önde gelen ülkeler incelendiğinde Uluslararası yenilenebilir enerji ajansı (IRENA) verilerine göre sıralama şu şekildedir; Çin (175 TW), Japonya (55 TW), ABD (51 TW), Almanya (45 TW), Hindistan (27 TW), İtalya (20 TW), Birleşik Krallık (13 TW), Avustralya (10 TW), Fransa (9 TW), Güney Kore (8 TW) (IRENA, 2019). Teknolojik boyutu olmakla birlikte güneş enerjisinden her ülkenin yararlanabilecek potansiyeli bulunmaktadır. Ancak PV uygulamaları açısından dünyanın en elverişli coğrafyası ekvatorun 35° kuzey ve 35° güney enlemleri arasında yer alan ve “Dünya Güneş Kuşağı” olarak adlandırılan bölgedir (Oral, 2020: 486).

Dünyanın uzun vade fotovoltaik enerji potansiyel görünümü ekvator ve çevresinde yoğunlaşmakta kutuplara doğru gidildikçe bu oran azalmaktadır. Bu güneşlenme süresi, güneş ışığını alma açısı ile doğrudan ilişkilidir. Güneş ışığının en yoğun şekilde alınması o bölgede her ne kadar potansiyeli maksimize etse de bulunan bölgedeki siyasi konuşlanmaların sosyo-ekonomik yapısı, ekonomik gücü ve enerjiye olan ihtiyacına göre fotovoltaik sistemin kullanımı farklılık göstermektedir. Örneğin su ihtiyacını karşılamak için her gün kilometrelerce yol yürümek zorunda kalan Afrikalıların yaşadığı temel ihtiyaçlara ulaşımın oldukça zor olduğu ülkelerde yıllık güneşlenme süreleri çok fazla olurken fotovoltaik sistem elektriğe ihtiyaçları diğer ihtiyaçlara nispeten daha azdır. Yenilenemez enerji kaynaklar açısından zengin olan ülkeler yine bir tercih yapmakta kurulum maliyetine katlanmak yerine geleneksel yöntem santrallerle enerji üretimini sağlamaktadır.



Kaynak: (www.solargis.com, 2019)

Şekil 2.4. Fotovoltaik Uygulamaları Açısından Dünyanın Güneş Enerjisi Potansiyeli

Güneş enerjisi potansiyeli ölçümü 3 ana değer üzerinden değerlendirilmektedir. Bunlar direk radyasyon, difüz radyasyon ve yansıyan radyasyon değerleridir. Bu üç değerın bileşimi ile toplam radyasyon değeri hesaplanır (Çiftçi, 2015:25).

2.2.1.1. Direkt radyasyon kavramı

Direkt radyasyon, yeryüzünde ve atmosferde herhangi bir güç kaybı yaşanmadan belirli alana doğrudan ulaşan radyasyondur. Güneşten çıkan radyasyon bileşenin isminden de anlaşılacağı gibi doğrudan yüzeye ulaşmasıdır. Herhangi bir yere gelen toplam direkt radyasyon (D_{irtot}), o yere ait güneşlenme haritasındaki direkt radyasyonun ($Dir\theta, \alpha$) toplamı ile elde edilir.

$$D_{irtot} = \sum Dir\theta, \alpha$$

Direkt radyasyon, sektör alanı ağırlık merkezi (θ) zenith açısı ve (α)azimut açısı verileri ile şu formülle hesaplanır:

$$Dir\theta, \alpha = S_{Const} * \beta_m(\theta) * SunDur\theta, \alpha * SunGap\theta, \alpha * \cos(AngIn\theta, \alpha)$$

S_{Const} değeri, Dünyamızın güneşe olan uzaklığının atmosferin dışında kalan mesafeye gelen sabit güneş radyasyonu demektir bu değer 1367 Wm^2 'dir. Bu değer her zaman sabittir.

β , geçirgenlik katsayısı anlamına gelmektedir. Geçirgenlik katsayısı, güneşten yeryüzüne direkt en kısa yol dikkate alınarak ve farklı boyutlardaki güneş radyasyonlarının ortalaması hesaplanarak oluşturulur.

$m(\theta)$, zenit izdüşümü mesafesine göreceli olarak hesaplanmış nispi optik izdüşümü mesafesidir (bakınız 3 no.lu formül)

$SunDur_{\theta,\alpha}$: her bir gökyüzü sektörünün güneşlenme süresi.

$SunGap_{\theta,\alpha}$: Her bir güneş görüş sektörünün boşluk (görüşe kapalılık) katsayısıdır.

$AngIn_{\theta,\alpha}$: Gökyüzü sektörünün alansal ağırlık merkezi ile yüzeyin yatay ekseninin birbirleri ile yaptığı açıyı ifade eder (Bakınız 4 no.lu formül)

Nispi optik mesafe ($m(\theta)$), güneşin zenit açısı ile deniz seviyesi dediğimiz 0'dan büyük alanın yüksekliği kullanılarak hesaplanmaktadır, ancak 80 dereceden küçük zenit açıları için şu formül kullanılır:

$$m(\theta) = EXP (-0.000118 * Elev - 1.638 * 10^{-9} * Elev^2) / \cos(\theta) \quad (3)$$

Formülde;

θ : Güneş temel alınarak hesaplanan zenit açısı,

Elev: deniz seviyesinin üstünde bir yüksekliğin metre cinsinden gösterimi.

Yüzeyin yönünün (eğim oryantasyonu) etkisi, radyasyonun geliş açısının ($AngIn_{\theta,\alpha}$: angle of incidence) kosinüsü alınarak hesaplanır. Işığı alan yüzeyin gökyüzü sektörü ile yaptığı açı (geliş açısı) ($AngIn_{\theta,\alpha}$ değeri), aşağıdaki formülde gösterildiği gibi sektörün alansal ağırlık merkezine göre alınan zenit ve azimut açıları kullanılarak hesaplanır.

$$AngIn_{\theta,\alpha} = \cos[\cos(\theta) * \cos(Gz) + \sin(\theta) * \sin(Gz) * \cos(\alpha - Ga)]$$

Formülde;

Gz yüzeyin zenit açısını, Ga yüzeyin azimut açısını ifade eder. (80° dereceden büyük zenit açılarında kırılım hesabı yapılmaktadır) (Yenilenebilir enerji Müdürlüğü Verileri, Akt: Çiftçi M. Yüksek Lisans Tezi: 28).

Azimut açısı, fotovoltaik panellerin güney yöne olan yönelmesi anlamına gelen açıdır. Güney yöne yönlendirilmiş fotovoltaik panellerde azimut açısı 0° olacaktır; eğer doğu olursa -90° ve batı olursa 90° 'dir (Azmi ve Aktacir, 2019).

2.2.1.2. Difüz radyasyon

Difüz radyasyon ise güneşten gelen ışınların dağılması ile yeryüzüne ulaşan kısımdır. Her bir gökyüzü sektörünün zamana göre difüz radyasyon değerleri (Dif), sektörün alansal ağırlık noktası, görüşe kapalılık oranı ve ışın geliş açıları kullanılarak aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$Dif_{\theta,\alpha} = R_{glb} * P_{dif} * Dur * SkyGap_{\theta,\alpha} * Weight_{\theta,\alpha} * \cos(AngIn_{\theta,\alpha})$$

Formülde;

R_{glb} : Toplam normal radyasyon değerini (Bakınız 6 no.lu formül)

P_{dif} : Normal radyasyon akışının saçılma oranı anlamındadır. Bu havanın durumuna göre değişir. 0,2 ile 0,70 arasında değer alır.

Dur : Hesap zaman aralığını ifade eder (ne kadar sürede bir zamanın ilerletilerek radyasyon hesabının yapılacağı)

$SkyGap_{\theta,\alpha}$: gökyüzü sektörünün açıklık-kapalılık oranını (sektörün görünüp görünmemesi)

$Weight_{\theta,\alpha}$: sektörün difüz radyasyon oranını (diğer tüm sektörlere göre) (Bakınız 6 ve 7 no.lu formüller)

$AngIn_{\theta,\alpha}$: yeryüzündeki alanın gökyüzü sektörünün alansal ağırlık merkezine göre yaptığı ışın geliş açısını ifade eder.

Global normal radyasyon değeri (R_{glb}) ise kısmi görünmeyen sektörler dahil bütün sektörlerden ulaşan ve ışın geliş açılarına göre hesaplanmamış direkt radyasyon değerlerinin toplanması ile hesaplanır.

Elde edilen değer sonra $1-P_{dif}$ olarak hesaplanan direkt radyasyon oranı ile düzeltilir:

$$R_{glb} = (SConst \sum(\beta_m(\theta))) / (1 - P_{dif}) \quad (6)$$

Düzenli (uniform) gökyüzü difüz modeli seçeneğinde ise $Weight_{\theta,\alpha}$ değeri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Weight_{\theta,\alpha} = (\cos\theta_2 - \cos\theta_1) / Divazi \quad (7)$$

Formülde;

θ_1 ve θ_2 : gökyüzü sektörünün zenit açıları oluşan en az ve en çok açı aralığıdır.

Divazi: Gökyüzü haritasında azimut açılarına göre sektörlerin dilim sayısı anlamına gelir.

Standart kapalı (overcast) gökyüzü modelinde $Weight_{\theta,\alpha}$ değeri şu şekilde hesaplanır:

$$Weight_{\theta,\alpha} = (2\cos\theta_2 + \cos^2\theta_2 - 2\cos\theta_1 - \cos^2\theta_1) / 4 * Divazi$$

Yeryüzündeki alana gelen toplam difüz güneş radyasyonu (Diftot), tüm gökyüzü sektörlerinden alana gelen güneş radyasyon değerlerinin (Dif) toplamı olarak hesaplanır.

$$Diftot = \sum Dif_{\theta,\alpha}$$

(Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Verileri, Erişim tarihi: 05.06.2015 Akt: Çiftçi m. Yüksek Lisans Tezi 2015: 37)

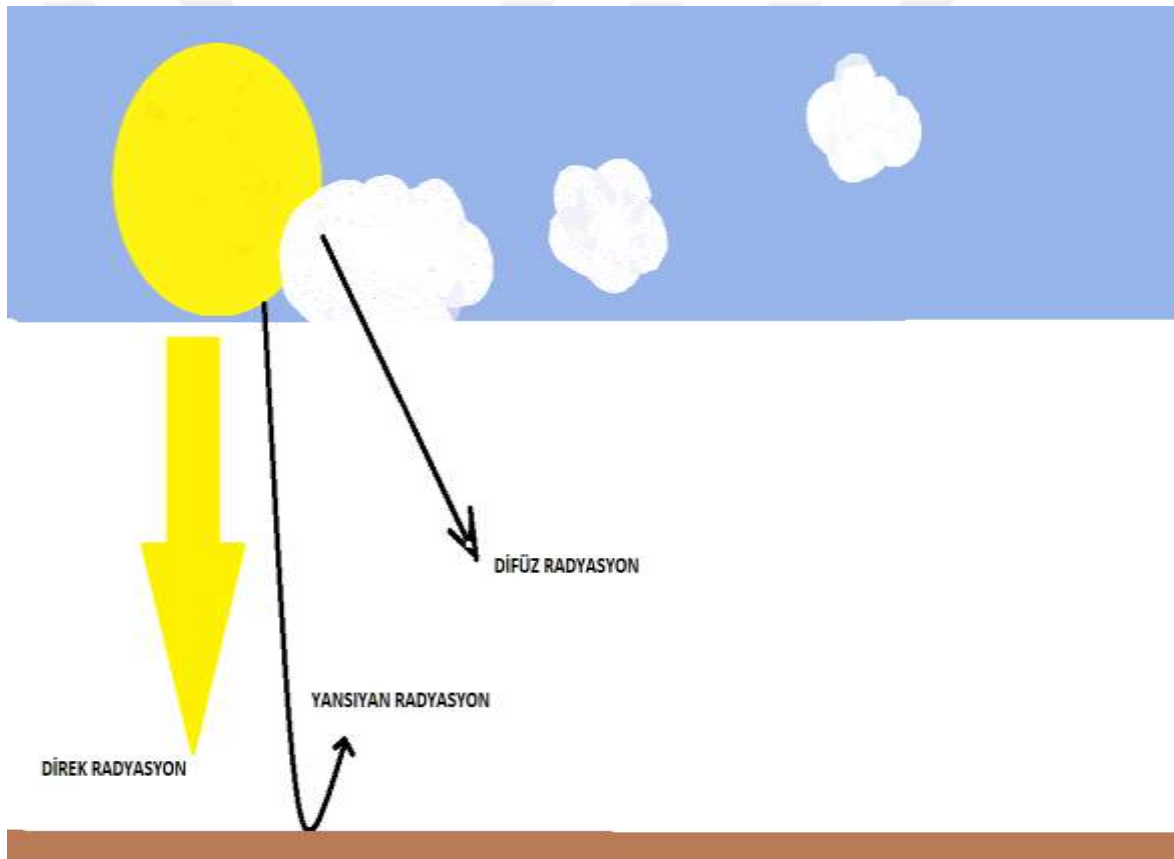
2.2.1.3. Yansıyan radyasyon

Yansıyan radyasyon kavramı, isminden de anlaşılacağı üzere yeryüzüne gelen güneş ışığının sonra geriye yansıyan ışığı ifade eder. Yansıma olayı, güneş ışığı yeryüzüne ulaştıktan sonra olduğu için, ışık yeryüzü tarafından emilmiş olacaktır.

Yeryüzünden yansıyan ışığın miktarı yeryüzünün şekline göre değişir. Örneğin göl, deniz gibi yerlerde veya karla kaplı yerlerde yansıma normal kara parçalarına göre daha çok olacaktır. Yere ulaşan ultraviyole radyasyonun bir kısmı yer yüzeyi tarafından emilirken, bir kısmı da yüzey tarafından yansıtılır. Yüzeyin cinsine göre Albedo olarak da adlandırılan bu yansıma miktarlarında yerine göre değişiklik gözlenir. Doğal bitki örtüsü, toprak ve su, yere ulaşan ultraviyole radyasyonun %10'undan daha az bir miktarını yansıtır. Yeni yağmış kar gelen ultraviyole radyasyonun %80'ini yansıtılabilmektedir. Bu nedenle güneşli kış günlerinde kardan dolayı yaz günlerine nazaran yansıyan radyasyon fazla olacağı söylenebilir. Çünkü kar beyaz renklidir ve beyaz ışığı en çok yansıtan renklerin başında gelir. Kumdan %25

oranında yansıyan ultraviyole radyasyon, özellikle sahillerde aşırı düzeyde ultraviyole radyasyon değerlerinin görülmesine neden olur. Çünkü sahildeki kumlar hem çok ince hem daha yoğundur (MGM, 2022).

Bir örnek ile yeryüzünün şekillerine göre yansıma miktarları açıklanacak olursa, kış aylarında siyah veya koyu renklerin giyilmesi, yaz aylarında ise açık renkli veya beyaz renkli kıyafetlerin giyilmesi uygundur. Çünkü koyu renkli kıyafetler güneşten gelen ısıyı ve ışığı emeceğinden yansıma miktarı az olacaktır. Beyaz veya açık renkli kıyafetler gelen ışığı yansıtacağından yaz aylarında güneşe karşı daha konforlu olacaktır. Yeryüzünün de mevsimsel veya yapı olarak bulunduğu durumda, insanların kıyafet tercihi gibi yansıyan radyasyona etki edecektir. (Çiftçi,2015)



Şekil 2.5. Radyasyon Türleri

Şekil 2.5’de güneş radyasyon türlerinden yansıyan radyasyon, direkt radyasyon ve difüz radyasyonun oluşumu gösterilmiştir. Güneşten doğrudan gelen radyasyon direkt radyasyon, bulut, sis, duman gibi etkenler sebebiyle dağılarak gelen radyasyon difüz radyasyon, yüzeye ulaşır geri yansıyan radyasyona da yansıyan radyasyon denilebilir.

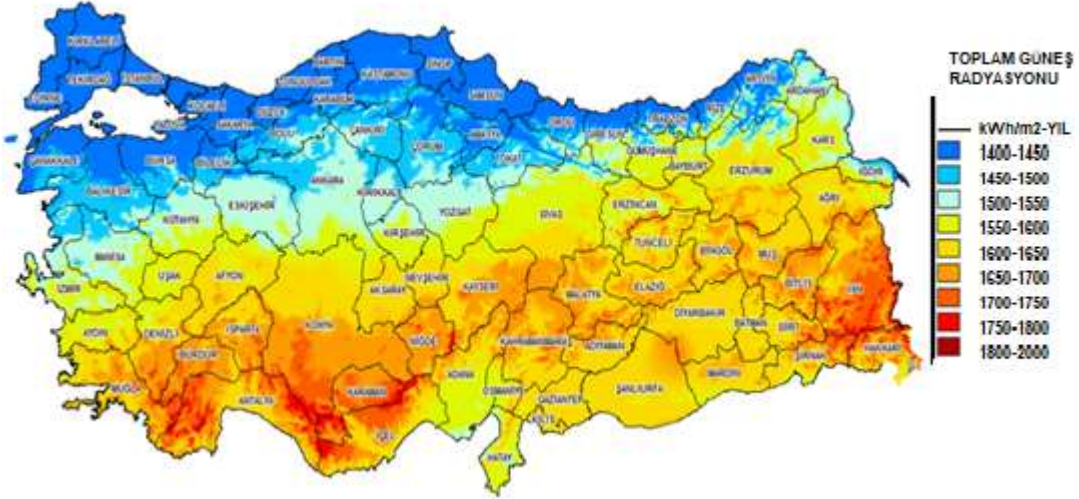
2.2.1.4. Toplam radyasyon

Güneşin dünyanın enerji kaynağı olmakla birlikte dünyanın fiziksel ve biyolojik döngüsünün baş aktörüdür. Yeryüzüne gelen toplam radyasyonun özellikleri her yerde aynı değildir. Bunun sebepleri olarak: topografik özellikler, güneşe göre konum, iklimsel özellikler sayılabilir. Toplam radyasyon daha önceden açıklana radyasyon türlerinin toplamıdır. Yani toplam radyasyon: direkt radyasyon, difüz radyasyon ve yansıyan radyasyondan oluşmaktadır. Bunun büyük çoğunluğunu direkt radyasyon oluştururken az bir kısmını difüz radyasyon oluşturmaktadır.

Direkt radyasyon güneşten direkt olarak atmosferde veya yeryüzünde kayba uğramadan gelen radyasyondur. Difüz radyasyon ise atmosferdeki bulut, sis, toz gibi atmosferde bulunabilen pek çok oluşumdan saçılarak yani difüze olarak gelmesine difüz radyasyon denir. Yansıyan radyasyon ise yeryüzüne ulaşan ve yerden yansıyan radyasyondur. Göl, karlı alan vb. yüzeylerde yansıma fazla olduğundan böyle alanlarda fazladır.

Yansıyan radyasyon normal şartlarda hesaplama katılmamaktadır. Ancak göl gibi yansımanın yoğun olduğu yerlerde hesaplama katılmaktadır. Güneş radyasyonu hesaplanmasında kullanılan modellemeler Paul M. Rich tarafından oluşturulmuş ve sonra Pinde Fu 'nın katkısı ile tekrardan yenilenmiştir. Bir alanın güneşten gelen radyasyon hesaplaması yapılırken onu meydana getiren her bir küçük küçük alanlar için direkt radyasyon ayrı, difüz radyasyon ayrı ve toplam radyasyon değeri ayrı hesaplanmaktadır. Alana ait global radyasyon değeri (Globaltot) tüm güneş görüş ve gökyüzü sektörlerinden hesaplanan direkt (Dirtot) ve difüz (Diftot) radyasyon değerlerinin her ikisinin toplanması ile elde edilir. (Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü Verileri, erişim tarihi: 05.06.2015 Akt: Çiftçi m. Yüksek Lisans Tezi 2015: 46)

$$\text{Globaltot} = \text{Dirtot} + \text{Diftot}$$

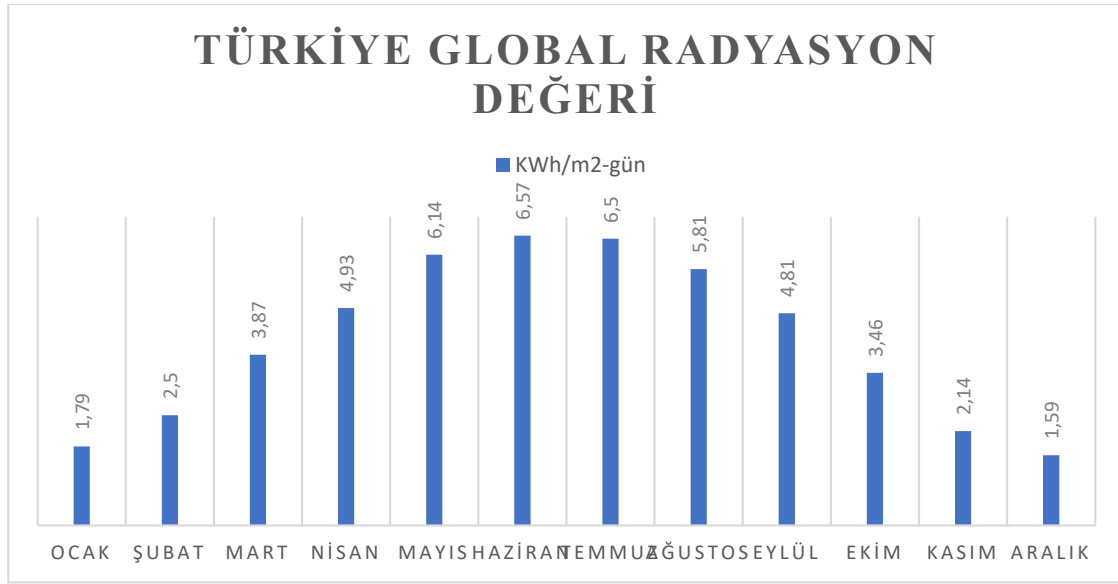


Kaynak: (www.solargis.com.tr,2022)

Şekil 2.6. Türkiye Radyasyon Haritası

Şekil 2.6'da Türkiye'nin radyasyon haritası gösterilmiştir. Kuzey bölgelerde yıllık radyasyon miktarı diğer bölgelere göre düşük olduğu için mavi, orta kesimler güney bölgelere göre daha az radyasyon değerlerine sahip olduğu için sarı, genel olarak da güney bölgelerin radyasyon değeri orta ve kuzeye göre yüksek olduğu için koyu sarı ve kahverengi ile gösterilmiştir. Mavi yerler 1400-1550 kWh/m²-yıllık değere sahip iken sarı bölgeler ortalama 1550-1650 kWh/m² yıllık değere kahverengi yerler ise 1700-2000 kWh/m² yıllık değere sahiptir. Radyasyon miktarının yıllık en yüksek olduğu iller haritada Muğla, Antalya, Konya'nın güney kısmı, Karaman, Mersin, Van, Hakkari; Niğde örnek olarak verilebilir. Yıllık radyasyon miktarının en az olduğu illere örnek olarak: Kırklareli, İstanbul, Kocaeli, Zonguldak, Sinop, Ordu, Trabzon, Ardahan örnek olarak verilebilir.

Şekil 2.6'da toplam radyasyon değeri Türkiye genelinde güneyden kuzeye doğru gidildikçe azalmaktadır. Yaz aylarında gündüz süresi daha uzun olacağından ve orta kuşakta ılıman iklim olduğundan toplam radyasyon yaz aylarında maksimum olacağı; kış aylarında tam tersi bulutlanma, gündüz süresi kısa olacağı için toplam radyasyon minimum düzeyde olacağı söylenebilir.



Kaynak: (www.gepa.com.tr, 2022)

Şekil 2.7. Türkiye Aylara Göre Radyasyon Değerleri 2021

Şekil 2.7’de Türkiye’nin aylara göre ortalama radyasyon değerleri gösterilmiştir. Buna göre radyasyon değerinin en düşük olduğu ay aralık ayı olurken en fazla olduğu ay ise Haziran ayıdır. Ocak ayından Temmuz ve ağustos ayına kadar artan radyasyon değeri, haziran ve temmuz ayından sonra sürekli düşerek en düşük ortalama değere aralık ayında ulaştığı görülmektedir. Kuzey yarım kürede orta kuşakta yer alan Türkiye’de yaz aylarında toplam radyasyon değerinin maksimum düzeyde olurken, kış mevsiminde minimum olmaktadır. Yine mevsimsel olarak ele alındığında ilkbaharda ortalama toplam radyasyon değeri mart, nisan, mayıs ayı toplamının ortalaması 4.98 kWh/m² olurken sonbaharda eylül, ekim, kasım ayı toplamının ortalaması 3.47 kWh/m² olmaktadır. Yani sonbaharda ilkbahara nispeten daha az toplam radyasyon değerine ulaşılmaktadır.

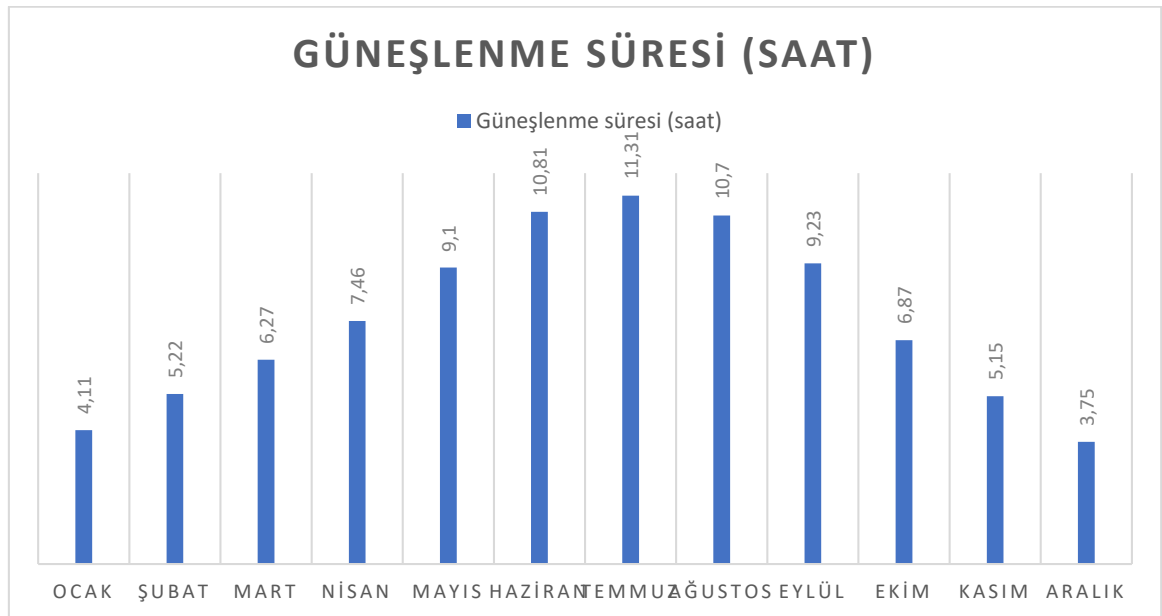
2.3. Türkiye Güneşlenme Süresi

Kuzey yarım kürede, orta kuşakta yer alan Türkiye dört mevsimi yaşamaktadır. Güneşlenme süresi bir yerin bir zaman dilimi içinde ne kadar süre güneşe maruz kaldığını ifade eder şeklinde tanımlanabilir. Türkiye orta kuşakta yer alan bir ülke olup yıl içi güneşlenme süreleri mevsimlere göre farklılık göstermektedir. Orta kuşak iklimine sahip yerlerde dört mevsim belirgin olarak yaşanabilmektedir. Dünyamızın şekli geoit olduğu için ve güneşe göre konumundan dolayı kutuplara doğru ilerledikçe güneş daha eğik açıyla gelmektedir. Güneşlenme süresini bulunan yerin güneşe göre konumu, bulutluluk oranı ve gündüz-gece süresi belirler. Gökyüzünde bulutun çok olması veya nemlenmeden dolayı

bulutun olması güneş ışığını engelleyecektir veya kıracaktır. Bu da güneşlenme süresini azaltacaktır. Yani güneşlenme süresi ile bulutluluk oranı arasında ters orantı vardır. (www.cografya.gen.tr).

Bir yerin güneşe göre konumuna bakı denir (www.tdk.com.tr). Eğer güneşe bakıyorsa güneşe maruz kalacaktır, bakmıyorsa güneş ışığı ulaşmayacağı için güneşlenme süresi minimum olacaktır. Dünya üzerinde gündüz- gece süreleri coğrafyaya göre farklılık gösterecektir. Bir yerde gündüz süresi fazla ise diğer şartlar sabitken güneşlenme süresi de aynı oranda fazla olacaktır.

Güneşlenme süresi güneşten elde edilecek faydanın maksimize edilmesi için çok önemlidir. Örneğin bir ateş düşünülecek olursa ve soğukta kalınmış olursa ateşin yanma süresi arttıkça ondan faydalananların toplam faydası da artar. Tıpkı güneş ve dünya arasındaki ilişki de bunun gibi olduğu söylenebilir. Dünya üzerinde güneşe en fazla süre maruz kalan ülkeler güneş enerjisi potansiyeli de doğru orantı gösterecektir. Çünkü kaynak ne kadar fazla olursa etkisi de o kadar fazla olacaktır. Güneşlenme süresi coğrafi olarak bölgenin konumu, iklimi ile ilişkilidir.



Kaynak: (www.gepa.com.tr, 2022)

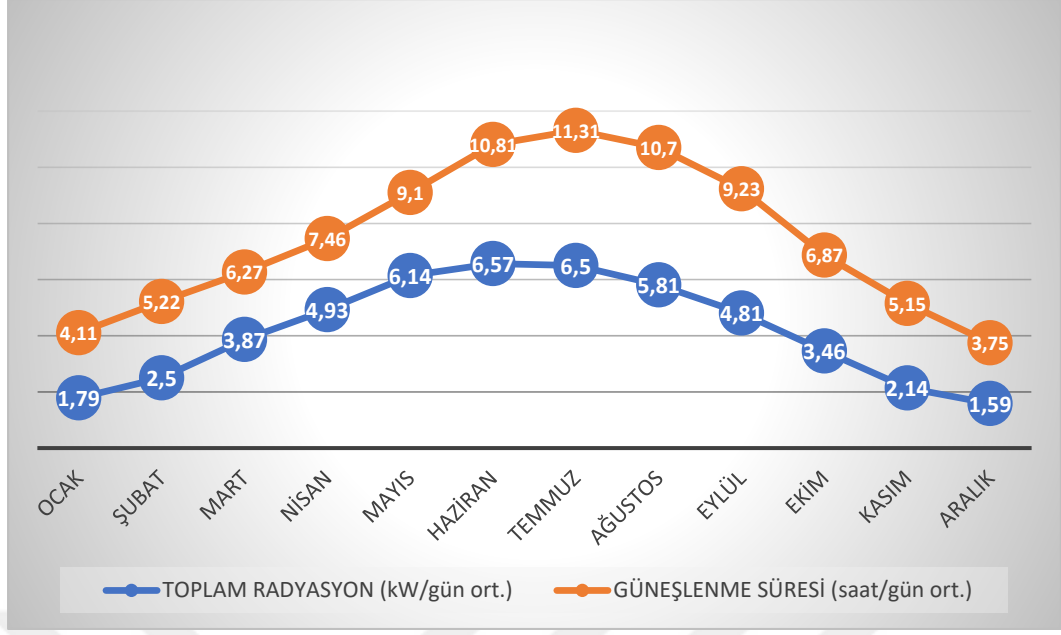
Şekil 2.8. Türkiye Aylık Güneşlenme Süreleri 2021

Şekil 2.8’de görüldüğü üzere Türkiye’nin en fazla güneşlenme süresi temmuz ayı en az güneşlenme süresi aralık ayına aittir. Aralık ayından başlayarak temmuz ayına kadar sürekli artan güneşlenme süresi temmuzdan sonra aralık ayına kadar sürekli düşmektedir. Bunun en büyük sebebi Türkiye’nin coğrafi konumu olduğu söylenebilir. Mevsimsel olarak bakıldığında güneşlenme süresinin en çok olduğu mevsim yaz mevsimi en az olduğu mevsim kış mevsimidir. İlkbaharda ortalama güneşlenme süresi üç ayın ortalaması 7,61 saatken, sonbaharda bu değer 7.08’dir.

2.4. Toplam Radyasyon ve Güneşlenme Süresinin Karşılaştırması

Toplam radyasyonun direkt radyasyon, difüz radyasyon ve yansıyan radyasyonun toplamı olduğu bilinmektedir. Radyasyon miktarı kaynağı olan güneşten gelen enerji ile doğrudan bağlantılıdır. Aynı zamanda günlük alınan toplam radyasyon miktarı güneşlenme süresine bağlıdır. Günlük güneşlenme süresi ne kadar çok olursa toplam radyasyona maruz kalınan süre de artması beklenir. (Çiftçi,2015)

Şekil 2.10’da Türkiye’nin toplam radyasyonu ile güneşlenme sürelerinin aylık ortalamalarına göre karşılaştırılması verilmiştir. Ocak ayından haziran ayına kadar hem güneşlenme süresi hem de toplam radyasyon miktarı artmıştır. Ancak güneşlenme süresi temmuz ayı haziran ayına göre %4 artarken, toplam radyasyon miktarı temmuz ayında haziran ayına göre %1,06 oranında azalmıştır. Temmuz ayı hariç diğer tüm aylarda güneşlenme süresi ile toplam radyasyon doğru orantı izlerken temmuz ayında ters orantı işlemiştir. Güneşlenme süresi arttığında toplam radyasyonun da artacağı beklenirken temmuz ayında tam tersine azalmasının sebepleri olarak toplam radyasyonu meydana getiren direkt radyasyon, difüz radyasyon ve yansıyan radyasyonda bu ayda gelen değişimler etkili olabileceği düşünülür. Bu üç radyasyonun toplamı olan toplam radyasyondaki değişikliği etkileyen güneşlenme süresi dışındaki etkenler Türkiye’nin topografik özellikleri, Türkiye’nin iklim özellikleri sayılabilir. Topografik özelliğin etkisine güneşe göre konum örnek olarak verilebilirken; iklim özelliğinin etkisine de buharlaşmanın yoğun olması sebebiyle direkt radyasyon miktarında azalma olması beklenirken bu da toplam radyasyonu etkilemesi beklenebilir.

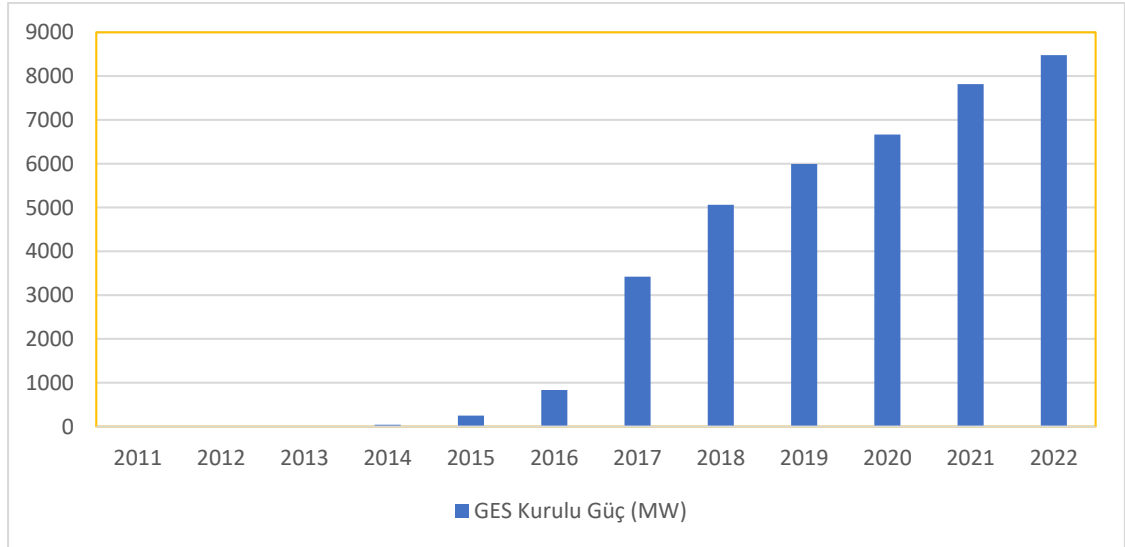


Kaynak: www.enerji.gov.tr/gunes

Şekil 2.9. Türkiye'nin Toplam Radyasyon ve Güneşlenme Süreleri

2.5. Türkiye’de GES Yatırımı

2022 itibariyle Türkiye güneş enerjisine dayalı enerji üretimi toplamda 8,479 MW, toplam kurulu güç içerisindeki oranı %8,35’tir. Güneşlenme süresine ve toplam radyasyon oranına bakıldığında Türkiye’nin güneş enerjisinden elde edilen elektrik üretimi toplam enerji içindeki payı daha yukarı rakamlara çıkma potansiyeli olduğu söylenebilir (ETKB, 2022).

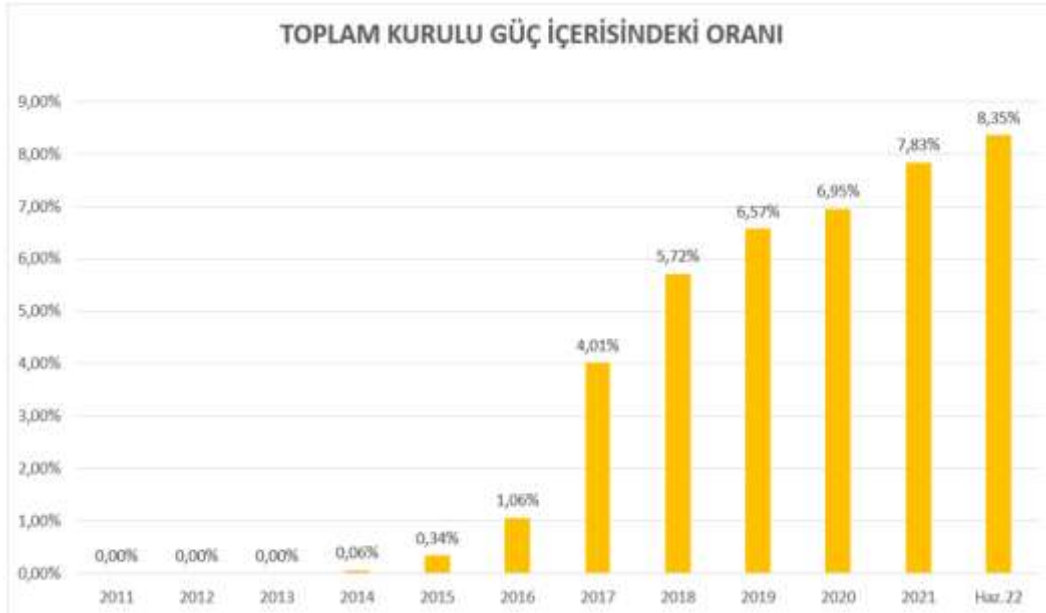


Kaynak: (Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, 2022)

Şekil 2.10. Türkiye GES Kurulu Güç

Şekil 2.10'da Türkiye'nin 2022 yılı itibariyle kurulu güneş enerjisi santrali gücü toplamını göstermektedir. Gösterildiği gibi 2011,2012,2013 hiç kurulu güç yokken, 2014 yılında 40 MW enerji kurulumu gerçekleşmiştir. 2015 yılında ise bu güç katlanmış 249 MW, 2016 yılında yine katlanarak 833 MW kurulu güce ulaşılmış olup sürekli büyüyerek 2022 yılında ise 8479 MW kurulu güce ulaşılmıştır. Verilerde büyüme miktarı olarak bakıldığında 2015 yılında 209 MW, 2016 yılında 584MW, 2017 yılında 2588 MW, 2018 yılında 1642 MW, 2019 yılında 932 MW, 2020'de 662 MW, 2021'de 1149 MW, 2022 yılı haziran ayına kadar ise altı aylık dönemde 663 MW artış gerçekleşmiştir. En büyük artışın gerçekleştiği yıl 2017 yılı olmuştur.

Şekil 2.11'e bakıldığında ise güneş enerjisinin toplam kurulu elektrik enerjisi içerisindeki payı göstermektedir. 2014 yılına kadar elektrik üretiminde hiçbir üretimi olmayan güneş enerjisinin, 2014 yılında çok az miktarda toplam üretim içinde kendine yer edinmiştir. Sonraki yıllarda hızla büyüyerek yayılmış ve kullanım alanı genişlediği verilere bakıldığında söylenebilir. 2016 yılında %1.06 olan toplam elektrik üretimi içindeki pay 2022 yılı haziran ayı itibariyle %8,35'e yükselmiştir. Bu oranın sürekli olarak artması güneş enerjisinden elektrik enerjisi üretiminin yaygınlaşacağı anlamına gelecektir. Sürekli yaygınlaşması karlılığının anlaşılması ve yeni yerlerde tesis kurulumu anlamına gelebilir. Hatta mevcutta kurulmuş olan tesisler genişlemeye giderek kapasite artışına gidebilir.



Şekil 2.11. GES Toplam Kurulu Güç İçindeki Oranı (Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı, 2022)

2.6. Güneş Enerji Çatı ve Cephe Uygulamalı Güneş Enerjisi Yatırımları

İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre Türkiye’de 11,6 milyon adet bina bulunmakta olup bu miktarın yaklaşık %87’sini konut nitelikli binalardır. Türkiye’nin bina stokuna her yıl 100.000’den fazla yeni bina eklenmektedir. Artan nüfus konut ihtiyacını arttırınca konut sayıları da artmakta olup enerjiye de talep artmaktadır. İklim şartları açısından elverişli olan ülkemizde güneş enerjisi ile kendi elektriğini kendisi karşılayan konutlar ya da yerleşkeler artış göstermesi beklenebilir Çatı alanı uygulamasında isminden de anlaşıldığı gibi inşa edilen yapının çatısına kurulacak olan güneş enerjisi sistemini kastedilmektedir. Cephe uygulamasından da kastedilen yapının cephe tarafından güneş ışığını alacak şekilde olması anlaşılmaktadır. Uygulanabilecek çatı alanı uygulamaları şekil 2.12’de gösterildiği gibi konutlar, müstakil evler, yazlıklar, tarımsal işletmeler, petrol istasyonu gibi ticari işletmeler, stadyumlar, kamusal binalar, fabrikaların çatıları, alışveriş merkezlerinin çatıları, askeri tesisler, duraklar, kapalı pazar yerleri değerlendirilebilir. (ETKB, 2022).



Kaynak: (ETKB,2022)

Şekil 2.12. Çatı Uygulamaları

2.7. Yenilenebilir Enerji ile Makro Ekonomik Göstergelere Bir Bakış

Güneş enerjisinin temiz olması ve enerji arz güvenliği açısından pozitif etkiye sahip olmasının yanı sıra kullanıldığı ekonomide büyümeye olan etkisi ve büyüme ile ilişkisi de önemlidir. Bu konu ile alakalı birçok çalışma yapılmıştır. Panel Ortalama Grup Tahmincisi Yöntemiyle yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji miktarının GSYİH üzerindeki kısa ve uzun dönemdeki etkilerinin incelendiği bir çalışmada yenilenebilir kaynaklardan üretilen enerji miktarında yaşanacak % 1'lik bir artış kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılayı kısa dönemde yaklaşık % 0.31, uzun dönemde ise % 0.39 artırmaktadır (Bayraç ve Çildir, 2017)

İlk bakışta güneş enerjisi ile elektrik üretiminin ham madde girdi maliyeti olmaması ve sadece kurulum malzemesi giderleri olması sebebiyle oldukça karlı bir yatırım olduğu düşünülebilir. Ancak güneş enerji potansiyeli düşük olan yerlerde bu yatırım diğer yenilenebilir enerji kaynakları yatırımına nispeten getirisi düşük olabilir. Ayrıca girdi maliyeti ve güneş enerjisi potansiyeli seviyeleri de önemlidir. Maliyetler ve güneş enerjisi potansiyeli doğrudan karlılığı etkileyecektir. Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi'nde yayımlanan bir makalede ekonomik büyüme ile güneş enerji arasındaki ilişki ele alınmış ve çalışmada güneş enerjisi kullanımının ekonomik büyüme üzerinde etkili olup olmadığı araştırılmıştır. Deneysel çalışmada dinamik ve statik panel veri analiz yöntemleri uygulanmıştır. Sermaye stoku ve istihdam değişkenleri de büyümenin temel etkenleri olarak modele eklenmiştir. Toplam 19 ülke için 1990-2019 yılları arasındaki veri ile yapılan analiz sonuçlarına göre sermaye stoku, istihdam ve güneş enerjisi kullanımı ekonomik büyümeyi pozitif olarak etkilediği sonucuna varılmıştır. Elde edilen katsayılardan bağımsız olarak güneş enerjisi kullanımının ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilemesi büyüme hipotezini de desteklemektedir. Yani güneş enerjisi kullanımı arttıkça bu büyümeyi olumlu etkileyecektir. Önemli bir sonuç olarak tesadüfi etkiler ve dinamik panel veri analiz yöntemlerindeki katsayıların birbirlerinden farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Tesadüfi etkiler testinde sermaye stokunun, dinamik analizde ise istihdam ekonomik büyüme üzerinde en büyük etken olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Güneş enerjisi kullanımının etkisinin tesadüfi etkiler yönteminde daha yüksek olduğu da elde edilen bir diğer sonuçtur. (Koç, 2021)

Yenilenebilir enerji üretimi için en büyük maliyet makine teçhizat kurulumu ve teknolojisi olacağı söylenebilir. Yakıtı doğadan herhangi bir maliyet olmadan elde edilen yenilenebilir enerjinin kurulum maliyeti ve teknoloji maliyeti ne kadar düşerse ekonomide dış ticaret ve büyümeye pozitif katkısı olacağı düşünülmeli olağandır. Bu konu ile alakalı çeşitli

alışmalar yapılmıştır. O alışmalardan 38 OECD ülkesinin ele alındığı bir çalışmada 1996-2018 yılları arasındaki veriler ele alınarak ihracat ve ithalat ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki incelenmiştir. Panel FMOLS tahmincisi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki 1 birimlik artış ihracatı 0.224 birim arttırmakta; ithalatı da 0.145 birim arttırmaktadır. Diğer bir deyişle, yenilenebilir enerji tüketimi ile dış ticaret arasında pozitif bir ilişki vardır. (Alalı, 2022: 90)

Çalışmada öne çıkan testler vardır ve bunlardan öneri geliştirilebilir. Örneğın Panel FMOLS tahmincisi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki 1 birimlik artış ihracatı 0.224 birim arttırmaktadır. Yani yenilenebilir enerji tüketimindeki artış ihracatı da pozitif etkileyerek arttıracaktır. Ancak Panel FMOLS tahmincisi sonuçlarına göre, yenilenebilir enerji tüketimindeki 1 birimlik artış ithalatı da 0.145 birim arttırmaktadır. Bu sonuçlar da yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimindeki payı arttıkça ülkelerin ithalatı da artacaktır. İthalattaki artışın temel nedeni kurulum malzeme giderleri olarak düşünölebilir. Yenilenebilir enerji tüketiminin toplam enerji tüketimindeki payı 1 birim arttığında ihracat 0.224 birim, ithalat da 0.145 birim artmaktadır. Dolayısıyla ihracattaki artış ithalattaki artıştan daha fazladır. Buradan sonuçla yenilenebilir enerji tüketimindeki artış hem ihracatı hem ithalatı artmaktadır ancak ihracattaki artış ithalattaki artıştan daha fazla olacağından dış ticaret haddi yenilenebilir enerji tüketiminden pozitif yönde etkilenecektir (Alalı, 2022: 90).

3. BÖLÜM

3. YEREL YÖNETİM DÜZEYİNDE GÜNEŞ ENERJİ SANTRALİNDE FİNANSAL VE SWOT ANALİZLERİNİN UYGULANMASI

3.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinin sosyal faydasını ve karlılığını ortaya çıkarmaktır. SWOT analizi ile lehine olan özelliklerin korunması ve değerlendirilmesi, aleyhe olan maddelerin giderilmesi ve önlem alınması gerektiği açıklanmıştır. Ayrıca güneş enerjisi santralinin potansiyele uygun yere inşa edildiğinde karlılığı finansal analiz ile anlatılmıştır. Hem SWOT analiz hem de finansal analiz ile güneş enerjisi santrallerinin daha da yaygınlaşması gerektiği açıklanmış ve kullanım alanları için yeni öneriler sunulmuştur.

3.2. Araştırmanın Evren ve Örneklem Sınırlılıkları

Araştırmalar, genel olarak belirlenmiş bir evrene genellemek hedefiyle, evrenden objektiflik kaidesine göre seçilmiş olan küçük örnek gruplar (örneklem) üzerinde yapırlar (Karasar 2004: 34). Bu araştırmada faaliyet göstermekte olan lisanslı ve lisanssız bütün güneş enerjisi santralleri içerisinde Buharkent Belediye'sine ait güneş santrali işletmesi örneklem olarak seçilmiştir. Potansiyel açısından aynı özelliklere sahip evreni, örneklem olarak temsil etmesi amaçlanmıştır.

Güneş enerjisinden yararlanma prensibi ve gerekliliği ile alakalı birçok makale, tez ve kitap yazılmış olup birçok çalışmaya da internet ortamından erişim sağlanmaktadır. Buharkent Belediyesi güneş enerjisi santrali işletmesi ile alakalı gerekli bilgiler belediye tarafından sunulmuştur. Güneş enerjisi santralinin finansal bilgileri, projelendirilmesi, gerekli saha incelemeleri, hesaplamalar, aylık ve yıllık üretim miktarı, gelir ve giderlere talep üzerine ulaşım sağlanmış olup santralin performansı ile alakalı yazılım programından da yararlanılmıştır.

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada araştırma yöntemi olarak SWOT analizi uygulanmıştır. Ayrıca SWOT analizi finansal analiz ile desteklenmiştir. Finansal analizde toplam maliyet, net bugünkü

değer, iç karlılık oranı, yatırımın kendini ne kadar sürede amorti edeceği hesaplanmıştır. Bu hesaplamaların yapılması yatırımın karlı mı yoksa zararlı bir yatırım olduğu konusunda bir görüş sağlamıştır.

SWOT analizi İngilizcede güçlü yönler, zayıf yönler, güçlü yönler, tehditler ve fırsatlar kelimelerinin baş harflerinin birleşiminden meydana gelmektedir. SWOT analizi, incelenen bir projenin dış etken yani projenin kendi iradesi dışındaki etkenlerin ve kendi potansiyeline bağlı diyebileceğimiz iç etkenlerin incelendiği bir analiz olup; güçlü yönler, zayıf yönler, fırsatlar ve tehditlerin belirlenmesi tekniğidir. (Çoban ve Karakaya, 2010).

3.4. Araştırma Bulgularının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada yapılırken en önemli veri kaynaklarından biri olarak Buharkent Belediyesi gösterilebilir. Özellikle projenin yapımına nasıl başlandığı, karar alma süreci, karşılaşılan sorunlar ve çözümlerinin yanı sıra santralin ürettiği elektrik miktarı gibi nicel verilere Buharkent Belediyesinden ulaşım sağlanmıştır. Elde edilen veriler internet ortamında çeşitli kitap, makale ve tez çalışma örneklerinden faydalanılarak hesaplama ve analiz uygulanmıştır.

Buharkent Belediyesinden nicel veri olarak; aylık net satış miktarı, maliyet tablosu, aylık bazda elektrik üretim miktarı, elde edilen tasarruf miktarı, yatırım yapılmamış olsaydı elde kalan kaynaktan beklenen yıllık getiri oranı, doğaya sağlanan faydanın ağaç sayısı bakımından değeri, gibi verileri sunmuştur.

Nitelik olarak Buharkent Belediyesi güneş enerji santrali işletmesinin kurulu olduğu alanın özellikleri, yatırımın amacı, yatırımdan beklenti, panellerin fotovoltaik teknolojisi olduğu, alanın topografik raporu, kamuoyunun yatırıma karşı tutumu, kamuoyu ve yatırım bilinci gibi durumlar Buharkent belediyesi ilgili personellerle gerçekleştirilen mülakatlar sonunda ulaşılmıştır ve SWOT analizinde yer verilmiştir.

3.5. Buharkent Belediyesi

Buharkent belediyesi Aydın Merkeze 80 km Denizli merkeze 42 km mesafe uzaklıkta bulunan Aydıının en doğusunda yer alan aydıının en küçük ilçesidir.

Tarıma dayalı bir ekonomisi vardır. Başlıca üretilen ürünler arasında pamuk, incir, üzüm, çiğit, buğday ve zeytin vardır. Ayrıca ilçede tarım ürünlerinin işlendiği atölyeler de

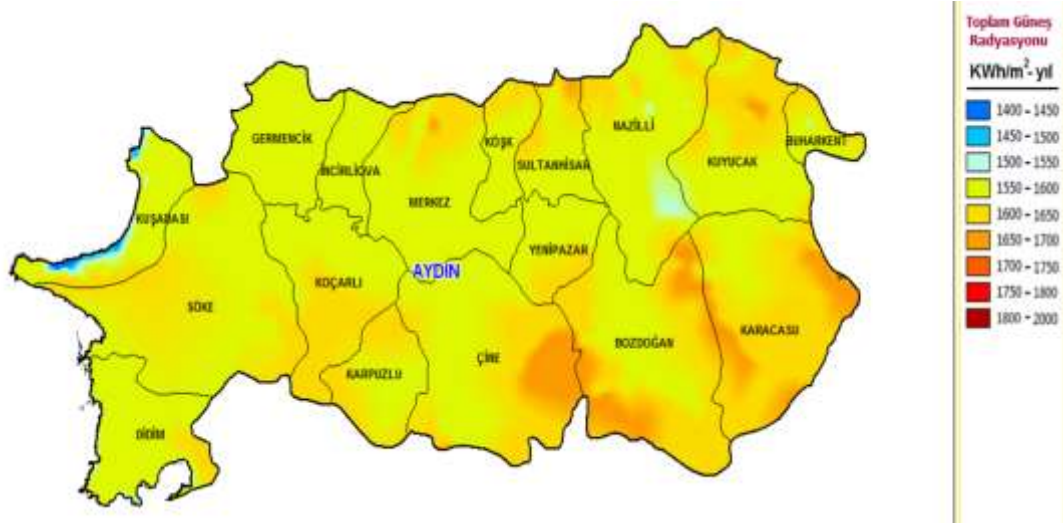
mevcuttur. En büyük tarımsal faaliyet alanı incir üretimidir. İlçede kırsal alanın geniş olmasından dolayı çok sayıda küçükbaş hayvan bulunmaktadır. İlçede süt ve süt ürünlerinin işlendiği çok sayıda mandıra ve büyük işletme sayılabilecek şekilde süt ürünleri üretim tesisi bulunmaktadır. Tarım ürünlerini işleyen birkaç küçük işletme de mevcuttur. Ayrıca tarımsal üretim anlamında yurtiçi ve yurtdışına kuru incir ve kuru meyve ticareti artmakta hatta bununla alakalı kuru meyve yetiştirme ve e ticareti için çeşitli girişimler yapıp işletmeler kurulmaktadır. Ayrıca Organize sanayi bölgesi de faaliyete geçmiş ve giderek faaliyet alanının genişlemesi beklemekte ve toplamda 5000 kişilik istihdam sağlama potansiyeline ulaşması beklenmektedir (Buharkent Belediyesi, 2022).

Buharkent coğrafyasında bolca termal kaynak bulunmakta ve bu termal kaynaklar termal turizme ve jeotermal elektrik üretimine ev sahipliği yapmaktadır. İlçenin turizm olarak kurulu turistik bir değeri yoktur. Ancak ilçenin Pamukkale, İzmir gibi yörelere ulaşan yol güzergâhı üzerinde olması dolayısıyla uğrak bir yer olma özelliğine sahiptir. Ayrıca ilçeye çok yakın mesafede olan Sarayköy'e bağlı Tekkeköy, İnsuyu ve Umut Termal Kaplıcalarına ulaşım da bu ilçeden yapılmaktadır. İlçe merkezinin doğusunda yer alan Kızıldere Köyü yakınında bulunan jeotermal alanda, Türkiye'nin ilk jeotermal santralı kurulmuştur. 1984'ten beri elektrik enerjisi ve kuru buz üretilmektedir. Kızıldere jeotermal sahasında, Türkiye'nin ilk jeotermal santralı kurulmuştur (Buharkent Belediyesi, 2022).

2007 yılında ilçe Bakanlar Kurulu kararı ile "Termal Turizm Alanı" olarak ilan edilmiştir. Bu ilçenin kış ve sağlık turizm yatırımı açısından arz sağladığı anlamına gelmekte ve yerli ve yabancı yatırıma açık bölge olarak nitelendirilebilmesi demektir (Buharkent Belediyesi, 2022).

3.6. Buharkent Belediyesi Güneş Enerjisi Potansiyeli

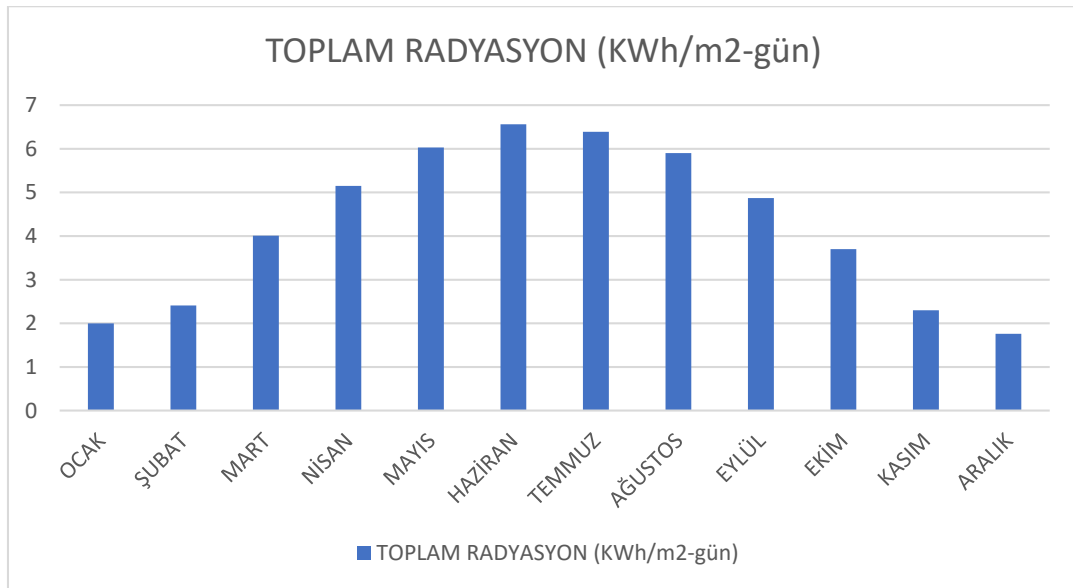
Buharkent ilçesi Aydın'ın en iç kesiminde yar alan son ilçesidir.



Kaynak: (GEPA, 2022)

Şekil 3.1. Aydın İli Güneş Enerji Potansiyeli

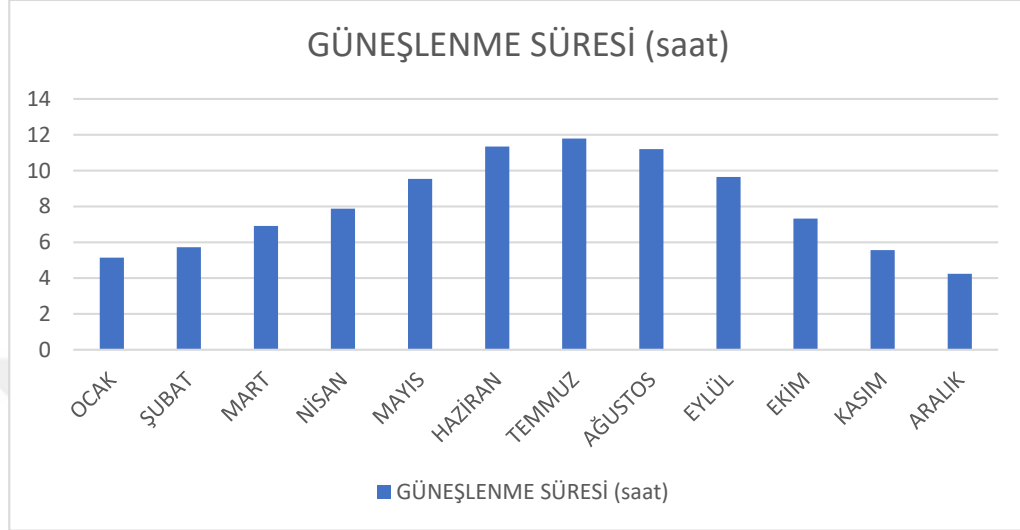
Toplam güneş radyasyonu GEPA verilerine göre potansiyel olarak Aydın ilçesine bakıldığında güney kesimlerin bazı bölgeleri ve kuzey bölgesinde de çok az bölgeler hariç genel olarak yıllık 1550-1650 (kW)h/m²'dir. Buharkent' e bakıldığında ise renk haritasında Aydın'da olduğu gibi 1550- 1650 kWh/m²'dir.



Kaynak: (GEPA, 2022)

Şekil 3.2. Buharkent Toplam Radyasyon Değeri

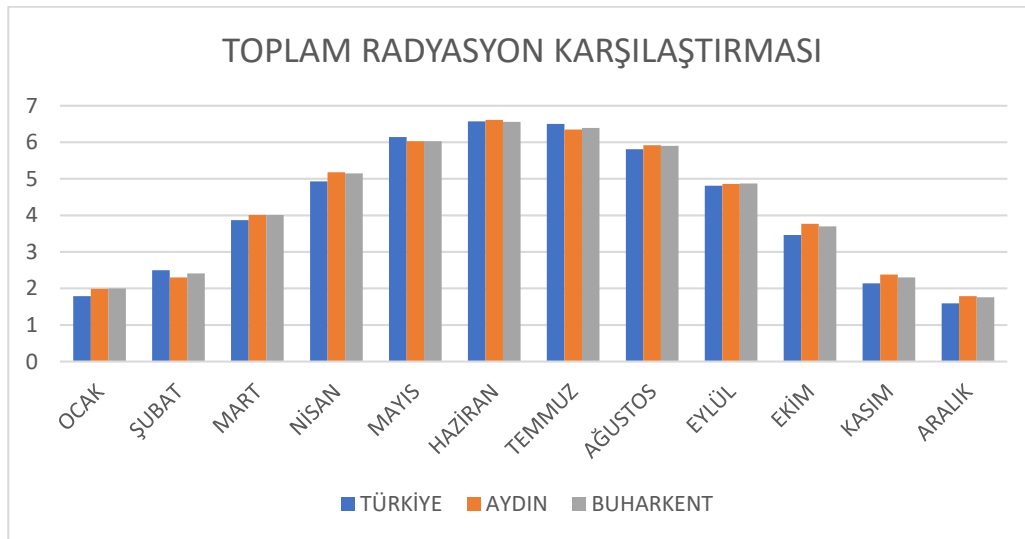
Buharkent ilçesinde toplam radyasyon değerinin en fazla olduğu ay haziran ayı olup onu sırasıyla temmuz,mayıs,ağustos, nisan, eylül ayları takip eder ve en az rasyasyonun olduğu ay ise kış mevsimindeki aralık ayıdır. Aralık ayını ise ocak, kasım, şubat ayları takip etmektedir.



Kaynak: (GEPA, 2022)

Şekil 3.3. Buharkent Güneşlenme Süresi

Güneşlenme süresine bakıldığında ise en fazla güneşlenmenin olduğu ay temmuz ayı olup, onu sırasıyla haziran, ağustos, eylül, mayıs, nisan, ekim ayları izlemektedir. En az güneşlenme süresinin olduğu aylar ise sırası ile aralık, ocak, kasım, şubat ve mart aylarıdır.



Kaynak: (GEPA 2022)

Şekil 3.4. Toplam Radyasyon Verileri

GEPA verilerine göre toplam radyasyon Türkiye, Aydın ve Buharkent özelinde karşılaştırıldığında çok büyük benzerlik göstermektedir. 12 Ayın 9'unda Buharkent toplam radyasyon değeri Türkiye toplam radyasyon değerinden fazla olduğu görülmektedir. Aydın'a göre Buharkent toplam radyasyonu 4 ayda fazla iken iki ayda eşit altı ayda da düşüktür. Tabii bu değerler karşılaştırılırken bariz fark yoktur, çok düşük miktarda farklılıklar olduğu grafikte görülmektedir.

3.7. Buharkent Belediyesi 500 kW Güneş Enerji Santrali

Buharkent Belediye'sine ait güneş enerji santrali ile alakalı tüm bilgi ve veriler Buharkent Belediyesi'nin muhasebe ve mühendislik birimlerinden alınmıştır. Buharkent Belediyesi güneş enerji santrali 500 (mW) kurulu güce sahip bir santral olup teknoloji türü olarak arazi üzerinde optimum açıda sabitlenmiş fotovoltaik sistemler kurulmuştur. Fotovoltaik sistemde kurulan hücre türü çok kristalli yapıdır. Ünite gücü 270 Wp ünite sayısı 1920 adettir. Evirici güç 25000 w'tır.

Tesis tek bir arazi üzerine kurulmuş olup arazi 1Mw kurulu güç sistemini kaldırabilecek kapasiteye sahiptir ancak belirli kısım kullanılarak 500 MW'lık alan kullanılmıştır. Santral alanı toplamda 9990,61 metrekare olup eğimli bir arazidir. Alan eğimi yer yer %10-%20 arası bazı yerlerde de %20-%30 eğim aralığına sahiptir. Kurulu alan Aydın-Denizli-Muğla bölgesi 1/1000000 ölçekli çevre düzeni planına göre tarım arazisi alanı olarak belirtilmiştir. Ancak alan ekili biçili alan olarak kullanılmamaktadır, marjinal tarım alanı olarak tanımlanabilir. Kurulu alan belediyenin kendi alanı olup herhangi bir maliyete katlanılmamıştır.

Güneş enerji santralini 7/24 kayıt altına alan kameralar ve güvenlik alarmı yüklenici firma tarafından kurulum paketine dahil edilmiştir. Çevresi tıraşlanmış olup yakın çevresinde yerleşim alanı yer almamaktadır. Çevresinde makiler yer almakta ağaçlık alanlar ve ilerledikçe de ormanlık alanlar yer almaktadır.

Çevresinde yerleşim alanı olmaması hava kirliliğinden uzak olması anlamına gelmekte ve bu da hava kirliliğine bağlı gölgelenmenin minimum düzeyde olacağı anlamına gelmektedir. Yerleşim yerinden uzak olması aynı zamanda bağlantı noktasında uzak mı olacağı sorusunu akla getirmektedir. İki santral arası, bağlantı noktasına uzaklık 1800 metredir. Yani güneş enerjisi santrali içinde elektrik enerjisi tesis içinde kullanıma hazır hale getirilmekte ve 1800 metre ilerideki dağıtıcı firma santraline ulaştırılmaktadır. İki santral arası

mesafe ne kadar çok olursa ulaşım maliyeti de o kadar artacaktır. (Buharkent Belediyesi, 2022)



Kaynak: (Buharkent Belediyesi, 2022)

Şekil 3.5. Buharkent Güneş Enerji Santrali

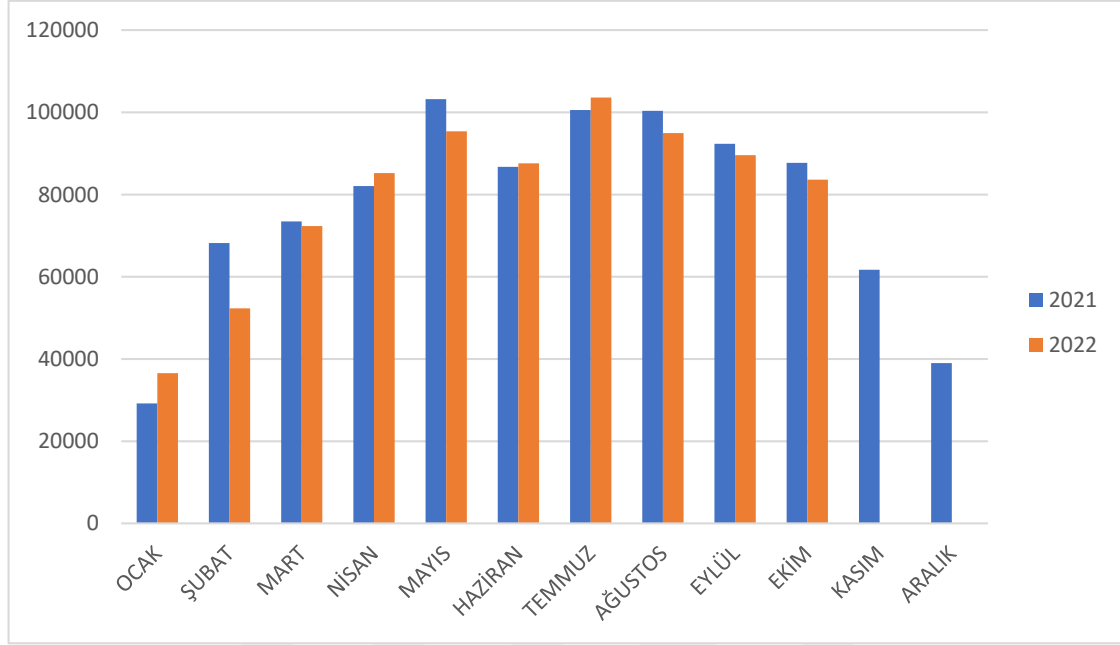
Santral ilk senesinde 2021 yılı on iki aylık dönemde toplamda vergiler çıkarıldığında muhasebe kaynaklarında 880504,51 TL’lik elektrik satışı gerçekleştirmiştir. Elektrik firması ile belediye arasında üretilen elektrik üzerinden herhangi mahsuplaşma yapılmamakta olup üretilen elektriğin tamamı satılmaktadır. Belediye elektrik giderlerini normal fatura ile muhasebeleşirmektedir.

2021 yılında toplam elektrik üretimi 924623,61 Kwh olmuştur. 2021 yılı aylık üretim miktarı şekil 3.6’da gösterilmiş olup en fazla üretimin olduğu aylar mayıs, temmuz, ağustos, eylül ayları olup en az üretimin olduğu aylar aralık, ocak aylarıdır.

Yaz aylarında üretim en fazla miktarda olurken kış aylarında en seviyelerde olmuştur. Bunun sebebi maruz kalınan güneş radyasyonu ile doğrudan alakalı olduğundan yaz ayları gündüz süresinin uzunluğu, kış aylarında ise gündüz süresinin azlığı ile ilişkilidir.

Buharkent Belediyesi güneş enerji santralinin orta kuşak iklim kuşağında yer alması ve güneşli gün sayısının fazla olması oldukça avantajlı bir durumdur. Ayrıca bölgede Akdeniz iklimi hakimdir. Eğer yağışın çok olduğu ve havanın kapalı olduğu gün sayısı çok olan bir

bölgede inşa edilmiş bir güneş enerji santrali olsaydı üretilen elektrik enerji miktarı bu miktarda olmazdı. Dolayısı ile karlı bir yatırım olmaz alternatif enerji kaynaklarına yönelmek gerekebilirdi.



Kaynak: (Buharkent Belediyesi,2022)

Şekil 3.6. 2021 ve 2022 (Kasım ve Aralık Hariç) Yılı Aylık Üretim Miktarı kW/ay

Şekil 3.6’da görüldüğü gibi 2021 ve 2022 aylık üretim miktarları değişkenlik göstermektedir. 2022 yılının kasım ve aralık ayı verileri tez çalışmasının tamamlanmasından sonraki zaman diliminde yer aldığı için grafiğe dahil edilmemiştir. Santral 2020 Aralık ayında faaliyete geçtiğinden 2021 yılından itibaren tam olarak aylık bazda verilere sahip olduğu için 2021 Ocak ayı ve sonrasındaki ayların verileri alınmıştır. Üretim olarak aylık veriler birbirlerine yakın seyretmiştir.

Tablo 3.1. Buharkent GES Yıllık Aylara Göre Üretim Miktarı

KW/AY	2021	2022	Ortalama	KW/AY	2021	2022	Ortalama
OCAK	29198,4	36540	32869,2	TEMMUZ	100563	103597	102080
ŞUBAT	68198,4	52324	60261,2	AĞUSTOS	100376	94963	97669,5
MART	73463,3	72349	72906,15	EYLÜL	92360	89596	90978
NİSAN	82081	85212	83646,5	EKİM	87725	83641	85683
MAYIS	103215	95381	99298	KASIM	61695		61695
HAZİRAN	86750	87600	87175	ARALIK	39000		39000

Aylık üretimleri aynı olmayıp farklılık göstermesi o yılki güneşlenme süresi, doğa olayları ve panellerin verimi ile alakalı bir durum olduğu düşünülebilir. Yıllık olarak karşılaştırmayı 2022 yılı tamamlanmadığı için yapılamamaktadır. Ancak ilk 10 aylık dönemler baz alınacak olunursa 823930,1 kW 2021 yılında üretilmiş, 801203 kW elektrik üretimi ise 2022 yılı üretim miktarıdır. Aradaki 22727 kW'lık fark hava şartlarındaki değişim ve yıllık panel %0,5'lik verim kaybı olarak açıklanabilir.

3.8. Buharkent Belediyesi GES Bazı Finansal Verilerin Analizi

3.8.1. Yatırım Maliyeti

Buharkent Belediyesi güneş enerjisi santrali ihaleye teklif veren firmalar arasından yüklenici firmaya yaptırılmıştır. Toplam maliyet 3092315 TL olup 500 kW Güneş enerjisi santrali inşa edilmeye başlanmış Kasım 2020 yılında gerekli ödemeler yapılmıştır. Yapılan ödeme dolar bazında 404753 Amerikan Doları'na tekabül etmektedir Yatırımın finansmanında herhangi bir kredi kullanılmamış olup tamamen belediyenin kendi özkaynakları tarafından sağlanmıştır. Yatırım yapılan arazi belediyeye ait olup herhangi bir kira veya ödeme yapılmamaktadır. Santral alanı toplamda 9990,6 metrekaredir. Kurulan panellerin ekonomik ömrünün 25 yıl olduğu kurulum firması tarafından tahmin edilmiş olup Buharkent Belediyesine bildirilmiştir. Yani normal şartlarda gerekli bakımlar yapıldığında yirmi beş yıl faaliyet göstermesi beklenmektedir.

Kurulan paneller güneybatı yönüne bakmaktadır ve zemine direk montaj değil paletli montaj yapılmıştır. Zemin etüdü yapılmış ve analizler yapılmış gerekli mercilerden onay alınmıştır.

3.8.2. İşletme Bakım Onarım Giderleri

İşletmenin gerekli bakımı belediyenin kendi imkanları dahilinde yapılmaktadır. Buharkent güneş enerjisi santralinin yıllık bakım ve onarım giderleri yatırım maliyetinin toplamda %5'i kadar yıllık olarak öngörülmüştür. Bakım onarım çok önemli olup ekonomik ömre etki ettiği düşünülmektedir. Yıllık bakım onarım gideri hesaplamalarında her yıl enflasyon oranı kadar artış öngörülmüştür. (Çiftçi, 2015: 82)

3.8.3. Net Gelir Tahmini

Buharkent Belediyesi güneş enerji santralinin vergiler düşüldükten sonra 2021 yılı toplam geliri 880504,5 TL'dir. 2021 yılı ortalama elektrik birim 1,05 TL'dir.

Tablo 3.2. Buharkent GES Net Gelir Tablosu

YILLAR	AMORTİSMAN	ENF. ORANI %	VERİM KAYBI %	BAKIM VE ONARI GİDERİ	NET GELİR
2021	123692,6	36,08	0	15461	741350,9
2022	123692,6	85,51	0,5	21039,3288	1045887,168
2023	123692,6	37	0,5	39030,05886	2040904,335
2024	123692,6	21	0,5	53471,18063	2837728,491
2025	123692,6	5	0,5	64700,12857	3456461,284
2026	123692,6	5	0,5	67935,135	3634557,764
2027	123692,6	5	0,5	71331,89175	3821513,736
2028	123692,6	5	0,5	74898,48633	4017769,918
2029	123692,6	5	0,5	78643,41065	4223788,954
2030	123692,6	5	0,5	82575,58118	4440056,5

Merkez bankasının Kasım 2022'de yapılan piyasa katılımcıları anketine göre ileriki 12 ve 24 aylık dönemlere göre anket yapılmış ve ankete göre 2022 Kasım ayı anket döneminde, katılımcıların bir sene sonrasına ilişkin tahminleri kapsamında, en yüksek oranla TÜFE'nin yüzde 58,49 olasılıkla yüzde 34,00 – 40,99 aralığında olması beklenmektedir. 2022 yılı Kasım ayı anket döneminde, katılımcıların 24 ay sonrasına ilişkin olasılık tahminleri değerlendirildiğinde, katılımcı adedi bazında en yüksek tahminde bulunan TÜFE'nin yüzde 38,30 olasılıkla yüzde 19,00 – 22,99 aralığında olması tahmin edilmektedir. Yapılan anket sonuçlarında, aynı oran aralığında tahminde bulunan katılımcıların sayısı en fazla olan oransal aralık alınmış ve o aralığında ortalaması alınarak 2023 tahmini enflasyon oranı %37 hesaplanmış, 2024 yılı tahmin aralığının ortalaması alınarak %21 hesaplanmıştır. Sonraki yıllarda yüzde 5 olduğu varsayılarak hesaplamalarda da bu enflasyon oranları kullanılmıştır (TCMB, 2022).

İşletme geliri, işletme giderleri her yıl enflasyon oranları kadar arttırılıp ve azaltarak hesaplanmış olup tablo 1'de gösterilmiştir. Her yıl verim kaybı %0,5 olarak öngörülmüştür. Amortisman da her varlığın yıpranma payı olduğu için güneş enerjisi santralinin de eskimesi hesaba katılarak hesaplanmıştır. Vergi Usul Kanuna göre bir ekonomik varlığın amortismanı 10 yıl üzerinden hesaplanmaktadır. Ancak analizimizde gerekli bakım onarım yapıldığı

müddetçe ve panel ekonomik ömrünün 25 yıl olarak teknolojik olarak yüklenici firmaların öngörmesi sebebiyle bu çalışmada amortisman 25 yıl olarak hesaplanmış ve topla yatırım miktarı üzerinden hesaplanmıştır (www.products.pcc.eu).

Net gelir tahminleri dolar kuru artışlarının enflasyona göre tahmin edildiği şekilde hesaplandığında işletme, 6,3 yılda kendi maliyetini dolar bazında karşılamaktadır.

Tablo 3.3. Dolar Bazında Geri Ödeme Süresi Tahmini

YILLAR	NET GELİR	DOLAR KURU TAHİMİNİ	ARTIŞ ORANI TAHİMİNİ (%)	DOLAR BAZLI NET KAR TAHİMİNİ
2021	741350,9	13,3	36,08	55740,7
2022	1045887,2	18,7	85,51	55899,9
2023	2040904,3	25,6	37	79621,1
2024	2837728,5	31,0	21	91493,7
2025	3456461,3	32,6	5	106136,0
2026	3634557,8	34,2	5	106290,2
2027	3821513,7	35,9	5	106435,8
2028	4017769,9	37,7	5	106573,2
2029	4223789,0	39,6	5	106702,8
2030	4440056,5	41,6	5	106825,0

Tahmini geri ödeme süresi tespit edilirken 2021 ve 2022 yılları yılsonu aralık ayı dolar kuru verileri ele alınmıştır. Sonraki her yıl için enflasyon artış tahmini kadar dolar kurunda da artış tahmini varsayılmıştır. Enflasyon oranı tahminleri, verim kaybı oranı, amortisman, işletme gideri hesaba katılmış ve net gelir tahminleri yıllık olarak tahmin edilmiştir. Bu varsayımlara göre 921.171 dolar net gelir ilk on yıl için tahmin edilmiştir.

3.8.4. Net Bugünkü Değer

Bir yatırımın net bugünkü değeri, ekonomik hayatı boyunca oluşan net nakit akımlarının önceden belirlenen bir iskonto oranına göre bugünkü değere indirgenmiş değerleri toplamıdır. Net bugünkü değerde önemli bir konu da şirketin değerinin maksimize edilmesi hedeflenir (Demirbugan M.; 2008). Buharkent belediyesinin bu projede belirlediği iskonto oranı %16 olup verim beklediği süre 25 yıldır. Gerekli bakım onarım, hassasiyet ve kurallara bağlılık sağlandığı sürece 25 yıl her yıl belirli oranda verim azalmalar olsa bile normal bir süre olduğu düşünülmektedir. Ancak biz finansal analizimizde teşvik olarak belirlenen yıllık 1 kW elektriği 13 cent olarak satılması garantisi 10 yıl olarak verildiği için hesaplamada verim beklenen süre 10 yıl olarak alınmıştır. Yani net bugünkü değer

hesaplamasında süre 10 yıl olarak belirlenmiştir.

$$NBD = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^d \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

NBD: Net Bugünkü Değer

B_t = Döneme ait nakit girişi

C_t = Döneme ait nakit çıkışı

r = İskonto oranı

n = Dönem Sayısı

Bir yatırımın yapılıp yapılmamasına ya da karlı olup olmadığına karar vermek için net bugünkü değer sıfırdan büyükse yatırım yapılabilir, küçükse yapılamaz, eşitse maliyetle kazanç eşittir anlamına gelmektedir. İki yatırım arasında tercih yapılması gerekiyorsa net bugünkü değeri büyük olan tercih edilir Net bugünkü değerde önemli bir konu da şirketin değerinin maksimize edilmesi hedeflenir. $NBD > 0$ olmalıdır. (Düzakın ve Yılmaz, 2021).

213 sayılı VUK'a göre Güneş enerjisi santrallerinin amortisman hesaplanmasında faydalı ömür en az 10 yıl olarak belirlenmiştir. Net bugünkü değer hesaplanırken döneme ait net gelir bulunur. Bunun için de dönem gelirlerinden dönem giderleri çıkarılır. İskonto oranı %16 olup dönem süresi 10 yıldır. (VUK, 2022)

Tablo 3.4. Buharkent GES Net Bugünkü Değer Tablosu

16,0%		
	Net Bugünkü Değer	
Dönem	Nakit Akışı	BUGÜNKÜ DEĞER
	-3.092.315,00 ₺	-2665788,79
1	555812	413058,86
2	860348,2677	551188,72
3	1855365,435	1024701,81
4	2652189,591	1262741,98
5	3270922,384	1342524,76
6	3449018,864	1220364,72
7	3635974,836	1109064,89
8	3832231,018	1007696,57
9	4038250,054	915405,07
10	4254517,6	831404,64
	Net Bugünkü Değer	7012363,23

Buharkent Belediyesi Güneş Enerji Santrali net bugünkü değer hesaplandığında sıfırdan büyük olduğu görülmekte bu da yatırım yapılabilir anlamına gelmektedir. Sıfır değerinden de oldukça yüksek bir rakam ortaya çıkmış olması sebebiyle yatırımın karlı bir yatırım olduğu söylenebilir.

3.8.5. İç Karlılık Oranı

İç verim oranı ya da iç karlılık oranı, net bugünkü değeri sıfıra eşitleyen değer olarak tanımlanabilir. Yani net bugünkü gelirler ile net bugünkü giderler çıkarıldığında sonucu sıfır yapan orandır. Yani yapılan yatırımın marjinal verimliliği olarak nitelendirilebilir.

$$\text{İKO: } \left(\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} = \sum_{t=0}^d \frac{C_t}{(1+r)^t} \right) \text{ (Denklem 3.2)}$$

Yukarıdaki denklemde gösterildiği gibi iç karlılık oranı bulunur. İç karlılık oranı projeden elde edilmesi beklenen karı gösterir. İç karlılığın yüksek olması yatırımdan beklenen getirinin de yüksek olması anlamına gelmekte iken tersi durumda da getiri azalacağı anlamına gelir. (Çağlar,1996)

İç karlılık oranının, sermaye maliyetinden büyük olması karlılık için yeterlidir. Ne kadar büyük olursa proje o kadar karlıdır. Yüksek olması yatırımdan beklenen getirinin de yüksek olması anlamına gelmekte iken tersi durumda da getiri azalacağı anlamına gelir. (Magni,2010)

Tablo 3.5. Buharkent GES İç Karlılık Oranı Tablosu

16,0%		
	Net Bugünkü Değer	
Dönem	Nakit Akışı	BUGÜNKÜ DEĞER
1	-3.092.315,00 ₺	-2665788,79
2	555812	413058,86
3	860348,2677	551188,72
4	1855365,435	1024701,81
5	2652189,591	1262741,98
6	3270922,384	1342524,76
7	3449018,864	1220364,72
8	3635974,836	1109064,89
9	3832231,018	1007696,57
10	4038250,054	915405,07
11	4254517,6	831404,64
	Net Bugünkü Değer	7012363,23
	İÇ KARLILIK ORANI	50%

Buharkent Belediyesi GES projesi için yatırım miktarı ve yıllık nakit akışları 10 yıl üzerinden Excel yardımı ile formülize edildiğinde iç karlılık oranı % 50 olarak hesaplanmaktadır. Bu oran oldukça yüksek bir oran olup bu yatırımın oldukça karlı bir yatırım olduğunu göstermektedir.

3.9. Buharkent Belediyesi Güneş Enerjisi SWOT Analizi

Buharkent Belediyesi güneş enerjisi santralının kurulumu ile alakalı tüm süreçler görevli personellerden bilgi alınmış olup; güneş enerji santralının proje aşamasından, inşasına, alan incelemesi, muhasebeleştirilmesi, gerekli yazışmalar süreci ve nihayetindeki üretim sürecine kadar tüm süreçler incelenmiş ve bilgi alınmıştır. Bu incelemeler neticesinde Buharkent Belediyesine ait güneş enerjisi santraline ait SWOT analizi uygulanmıştır.

Buharkent Belediyesine ait GES işletmesinin SWOT incelemesi yapılarak oluşabilecek tehditlere karşı önlemler alınması, fırsatlara karşı hazırlık yapılması ve değerlendirilmesi, güçlü yönlerinin pekiştirilmesi ve zayıf yönlerin giderilmesi amaçlanmıştır.

3.9.1. Güçlü Yönler

İklim özelliği olarak ılıman iklim bölgesinde bulunan Türkiye'nin batısında yer alan ve Akdeniz ikliminin hâkim olduğu Buharkent ilçesinde güneş enerji sistemini tahrip edici veya verimliliği azaltıcı hava koşulları oldukça az olup güneşli gün sayısı güneşsiz gün sayısına oranla daha fazladır.

Buharkent'in güneş ışığı potansiyelinin yüksek olması önemli bir özelliktir. Buharkent güneş enerji potansiyeli yıllık 1550-1650 kWh/m²'dir ve bu rakam Türkiye ortalamasının üstündedir.

Güneş ışığından elektrik enerjisi üretiminde santralde ortaya çıkan ses diğerlerine nazaran çok düşüktür. Fotovoltaik sistemin kullanılması herhangi gürültü ve ses kirliliğine neden olmayacaktır.

Arazi toplamda 9990,61 m² olup, belediyenin kendine aittir. Kurulan tesisin arazisi belediyeye ait olup herhangi bir satın alma maliyeti olamamıştır. Ayrıca arazinin tarım için elverişli olsa da merkeze uzak, su kaynağının olmaması ve eğimli arazi olması tarım yapılacak olursa bile oldukça maliyetli olmasına neden olacaktır.

Seçilen arazinin aktif kullanım olarak herhangi bir yapılaşmaya veya tarımsal üretim için atıl ve uzak olmasının yanı sıra insanların kullanım alanlarından değildir. Yapılaşmadan uzak olması egzoz gazı, yakıt dumanı gibi hava kirliliğine sebebiyet verecek etkenlerden uzak olması ayrıca hava kirliliğinden de uzak olması gölgelenme olmaması anlamına gelmektedir ve verimi azaltmayacaktır.

Temiz hava ve evre temizliği belediyenin sosyal sorumluluklarından biridir. Güneş enerjisinin kurulumu temiz hava ve doğanın korunması için yeni bir atılım olmuştur. Temiz enerji üretiminin yapılması doğaya salınımı olabilecek karbondioksit salınımının da önüne geçmiş olacaktır.

Kurulumun kolay olması ve kurulumdan sonra ekstra ihtisas gerektirecek daimî personele ihtiyaç olmayıp belediyenin mevcut personeli ile işletilmeye devam etmesi bakım ve onarım giderleri dışında başka bir giderin önüne geçmiştir.

Belediyenin proje için almış olduğu teşvik ile 1 kW elektrik satış fiyatının 0,13 dolar olarak sabitlenmesi ve bu teşvikin 10 yıllık olması yatırımı oldukça karlı bir hale getirmiştir. Hesaplandığı üzere 10 yıl üzerinden Net Bugünkü Değer, gerçekleşen ve tahmin edilen enflasyon oranları hesaba katıldığında yatırım tutarının yaklaşık 2,5 katı çıkmakta iç verim oranı da %50 olarak hesaplanmış olup bu sonuçlar da yatırımın oldukça karlı olduğunu ortaya koymaktadır.

Güçlü yönler sağlamlaştırılmalı ve korunmalı, zayıf yönler ise giderilmeli veya her türü senaryoya hazırlıklı olunmalıdır. Tekrar güneş enerjisi santrali yatırımı alındığında zayıf yönler göz önünde bulundurulmalıdır. Zayıf yönler giderilerek hatta güçlü yöne çevrilebilir. Örneğin kamuoyunun yeteri kadar bilgi sahibi olması tesisin korunması ve bu tür yatırımların yaygınlaşması açısından güçlü bir yön olabilir.

3.9.2. Fırsatlar

Buharkent'te sanayi yapılarının gelişmeye başlamış olması. Şöyle ki yeni inşa edilen Buharkent Organize Sanayi Bölgesinin 5000 kişiye istihdam sağlayacağı ve birçok sanayi koluna ev sahipliği yapacağı tahmin edilmektedir. Belediye tarafından projelendirilen bölgenin çatıları çatı uygulamaları ve alanı güneş enerji panelleri için uygundur. Buharkent belediyesine ait güneş enerji tesisi organize sanayi bölgesi için çatı uygulaması açısından model teşkil edebilir.

Teşviklerin güneş enerjisi santrali yapımını daha da cazip hale getirmesi yani devletin ilgili kurumlarının bu konuda teşvik sağlaması yatırım için bir fırsat olarak değerlendirilebilir.

Artan nüfus ve sanayileşme ile elektrik enerjisine olan talep sürekli artacağından, yerel yönetimler yenilenebilir enerjiye yapılacak yatırımlarla kendi giderlerini minimize edecektir. Ayrıca elektrik enerjisi maliyetine katlanmadan yeni iş sahaları kurarak istihdam ve gelir artırıcı bir politika izlenebilir.

3.9.3. Zayıf Yönler

Eğimli bir arazi üzerine kurulan güneş enerji santralinde eğim oranı yer yer %10-%20 ve %20-%30 oranında değişmekte ve ortalama olarak %18,75 oranına denk gelmektedir. Hâkim eğim yönü ve bu eğim alınabilecek maksimum radyasyonda verim kaybına sebebiyet vermekte ve dire veya panel gölgesinden dolayı verim kaybına sebebiyet verebilir.

Topografik yapı incelendiğinde arazinin alan kazılarında topoğrafya ve karakteri sebebiyle tekniğe uygun olmaya kazı yapıldığında zeminde stabilize problemi yaşanabilir olması ve çevresi Mülga Bayındırlık ve İskân bakanlığı Türkiye bölgeleri haritasına göre 1. Derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Sabitleme problemi yaşanabileceğinden dolayı paneller çelik taşıyıcı sistem üzerine oturtulmuştur.

Kamuoyunun yeteri kadar bilinçli olmaması da bazen zararlara sebebiyet vermektedir. Ayrıca halk yeteri kadar bilinçli olmadığı durumda sosyal ve ekonomik açıdan dünyada neredeyse zorunluluk haline gelen yenilenebilir enerji sistemleri hakkında bilinçsiz yorumlar ve bilgi kirliliği gereksiz yatırım algısı oluşturabilmektedir.

Tesis alanı olarak kırsal bir yer seçilmiş olması doğal yaşamın içine doğal olmayan bir yapı; bir nevi doğal yaşam alanına müdahale olarak nitelendirilebilir. Nitekim arazi çevresinde yaban hayatı da mevcut olup, tilki, tavşan, sincap, gelincik, sansar, kirpi gibi hayvanların yaşam alanı olduğu bilinmektedir. Tesisin etrafı tel örgü ile çevrili olup dışarıdan müdahale engellenmeye çalışılmıştır.

Güneş enerjisi santrali yapımında panel ve diğer malzemelerin ithal olması maliyeti artırır. Yerli üretime geçilmiş ve uzmanlığın sağlanmış olması maliyeti düşürür. İthal olması sebebiyle kurulum açısından dışa bağımlılık devam edecektir.

Elektrik üretimi gerçekleştikten sonra dağıtım trafosuna iletmek üzere mesafe yani iki trafo arasındaki mesafe ne kadar uzun olursa ulaştırma maliyeti de artacaktır. Elektrik iletiminde kabloları taşıyıcı direklerin özel mülkiyet alanlarından geçmesi maliyet arttırıcı bir unsurdur. Buharkent belediyesine ait güneş enerji santralinin iki trafo arasındaki uzaklık 1,8 km olup iletici kablolar için direklerin bazıları özel mülkiyet arazilerinden geçmektedir. Ancak arazi sahipleri vermiş oldukları dilekçelerle hiçbir talepte bulunmayacaklarını beyan etmiş olduğundan herhangi bir maliyete katlanılmamıştır. Ancak bu örnek her durumda geçerli olmayabilir.

Üretilen güce bağımlı olarak örttükleri monte edilen alan, ışık yansısıyla bölgeyi direkt etkiler. Büyük alanlarda kurulabilecek tesisler meydana getireceği ışık yansısı sebebiyle ve ısınmalar sebebiyle termal dengeyi direkt etkileyerek göçmen kuşlarının göç ederken yollarını şaşırmasına ve böceklerin doğal yaşamının bozulmasına hatta ölmelerine neden olacaktır.

3.9.4. Tehditler

Yazışma, inceleme, onay süreci gibi bürokratik süreçlerin uzayabilmesi ve buna bağlı olarak uzayan süreçte değişken olan döviz kuru, malzeme maliyeti gibi değişkenlerin gereksiz maliyet artışına sebebiyet verebilmektedir. Ayrıca sürecin uzaması da zaman maliyetini de arttıracaktır.

Tesise yakın çevrede ormanlık alanların yoğun olması olası bir yangında tesisin zarar görebileceği anlamına gelebilir. Şöyle ki çam ağaçları bölgede oldukça yaygın olarak bulunmakta ve olası bir yangında kozalakların patlaması sonucu her ne kadar alan düzenli olarak tıraşlansa bile patlayan kozalakların panel üstüne düşmesi panellere zarar verebilir.

İklim değişikliği bütün dünya ikliminde olduğu gibi ülkemizde de olağandışı doğal afetlere sebebiyet vermektedir. Orman yangınları, sel felaketleri, aşırı büyük dolu yağışları buna örnek olarak verilebilir. Güneş enerji tesisi eğimli bir alanda olmasından dolayı sel felaketinde zarar görebilir. Yine iklim değişikliği sebebiyle çıkan yangınlarda duman sebebiyle gölgelenme olacaktır ve bu az da olsa verim kaybına sebebiyet verebilir. Bu örneklerde anlaşılacağı üzere, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelişin ana sebeplerinden olan iklim değişikliği bir anlamda yapılan telafiye de olumsuz etkide bulunmaktadır.

Kamuoyunun yetersiz bilince sahip olması ve kırsal alanlarda kaçak avcılık yapılması sebebiyle seken veya yorgun mermi sebebiyle santrale zarar verebilir. Bilinç olsa dahi olası kast ile yani her türlü zara göz önüne alınarak yapılan avcılık nedeniyle de zarar görülebilir. Bu sebeple doğal yaşam alanları genelde avcılık için tercih edilmektedir. Aynı zamanda şehir merkezine yakın veya yaban hayatının olmadığı alanlarda avcılık riski sebebiyle doğabilecek zararlar ortadan kalkmış olacaktır. Olası kastın yanı sıra bilerek ve isteyerek de zarar verme olabilir. Yani sabotaj ihtimali de diğer bir tehdit unsurudur.

Yapılan Ar-Ge çalışmalarında panelin ekonomik ömrünün 25 yıl olduğunu belirlemiştir. Ancak değişen ve yeni bir teknoloji olması sebebi ile bu süre tecrübe edilmediğinden belirsizlik olarak kabul edilebilmektedir. Bunun için en doğru cevap zaman geçtikçe 25 yıl dolunca anlaşılabilecektir. Belki de panellerin ömrü daha uzun olur. Şu anda yapılan çalışmaların sonuçları bilimsel veriler dahilinde yatırım kararı alınırken belirleyici olmaktadır. Yatırım kararları alınırken geri ödeme süresi hesaplaması ile tecrübe edilen farklı örnekler göz önünde bulundurularak en doğru karar verilebilir.

GES yatırıma karar verirken talep edilen teşvik ve hibenin şartları veya kanunla ile alakalı değişiklikler olabileceğinden, verimliliğin az olabileceği yerlerde bilgi eksikliğinden kaynaklı tehditler olabilir. Örneğin, değişikliğe uğrayan bir yönetmelikten habersiz finansman sağlamak amacıyla bir gayri menkulün satılmış olması ve proje safhasına geçerken yapılan başvurularda yönetmelik değişikliğini öğrenmek zarara uğratabilir.

Yönetmeliklerde meydana gelebilecek yatırımcı aleyhine olan değişiklikler büyük bir tehdit olarak algılanabilir. Örneğin, 446 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu'nun 14 üncü maddesi kapsamında 'Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliği' (Yönetmelik) 12/05/2019 tarihli ve 30772 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Sonrasında birkaç kez değişikliğe uğrasa da E. 04/08/2022 tarihli ve 11098 sayılı Kurul Kararı uygulamaları:

4/08/2022 tarihli ve 11098 sayılı Kurul Kararı'nın uygulanmasına ilişkin olarak açıklamalara şu şekildedir:

- Bahse konu Kurul Kararı Resmi Gazete'de yayınlandığı tarih itibariyle yürürlüğe girmiş olup, 11/08/2022 tarihinden sonraki ihtiyaç fazlası üretim miktarının belirlenmesinde bu kurul kararı uyarınca işlem tesis edilmelidir. İlgili kurul kararı mahsuplaşma sonrasında satışa konu edilebilecek üretim miktarını kısıtlamakta olup mahsuplaşma işlemleri her türlü

devam ettirilecektir. Diğer bir ifadeyle, ihtiyaç fazlası enerjiye istinaden bedel ödenmese dahi mahsuplaşma yapıldığı için kişi tüketim faturasıyla muhatap olmayabilecektir.

- Satışa konu edilebilecek üretim miktarının belirlenmesinde üretim tesisinin kabulünün yapıldığı yıldan bir önceki yıla ait tüketim verileri esas alınmalıdır. Bir önceki takvim yılının tamamını kapsayacak şekilde tüketim olmaması halinde bir önceki yıla ait aylık tüketim miktarları üzerinden yıllık toplam tüketim miktarı hesaplanarak işlem tesis edilmelidir. Üretim ile tüketim tesisinin eş zamanlı devreye alındığı durumlarda ise işletmeye girilen aydaki tüketim miktarı esas alınarak hesaplama yapılmalı ve yıllık satışa konu edilebilecek üretim miktarı belirlenmelidir. (Resmi Gazete, 2023)

12/5/2019 tarihinden sonra yapılan başvurular neticesinde bağlantı anlaşmasına çağrı mektubu almaya hak kazanan kişilerin, ihtiyacının üzerinde satışa konu edilebilecek üretim miktarı, ilişkili tüketim tesisinin toplam elektrik enerjisi tüketimini geçemez. Bu miktarın üzerinde sisteme verilen enerji (YEKDEM)’e bedelsiz katkı olarak dikkate alınır. Bu fıkra hükmü, kurulu gücü 50 kW ve altındaki mesken abone grubundaki tüketim tesisleri ile ilişkilendirilen üretim tesisleri için uygulanmaz. Bu fıkranın uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar Kurul tarafından belirlenir. Buharkent Belediye’sine ait güneş enerji santrali 09/05/2016 tarihinde çağrı mektubu almaya hak kazandığı için bu maddeden muaf olacaktır. (EPDK, 2023)

EPDK tarafından yapılan açıklama ile yönetmeliğin hedefi, imkânı olan bütün tüketicilerin, ‘tükettiği enerjiyi’ güneşten üretebilmesidir ve gerçek tüketimi olan ancak kapasite kısıtı ve yer sorunu sebebi ile üretim tesisi kuramayan tüketicilerin önünü açmaktır. Şartel kapatma tehlikesi her ne kadar bir ihtimal olsa da, üretici tüketimini karşılayacağı için bu durumun gerçekleşmesi ihtimali düşüktür. Yatırımcının çatısındaki elektrik üretim tesisiyle farklı bir ölçüm noktasındaki tüketim tesisini ilişkilendirmek artık mümkün hale gelecektir. (EPDK, 2023)

Yatırımcıya ve üreticiye sağlanan kolaylıklar şu şekildedir: 10 MW’ın üstündeki tesisler için doğrudan sisteme bağlanma (fider) imkanı getirilerek şebekeye bağlantı noktasındaki kısıt ortadan kaldırılmıştır. Kojenerasyon santrali bulunan işletmelerin yanı sıra, 5.1.ç (Şebekeye veriş yönünde, Sayaç verilerinden okunan değerlere göre dağıtım sistem kullanım bedeli faturalandırılması) kapsamında tüketim amaçlı üretim tesisi kuran ancak aynı noktada daha fazla tesis kurma imkanı bulunmayan kişilere tüketimi karşılama amaçlı farklı

ölçüm noktasında tesis kurabilme imkânı tanınmıştır. OSB tüzel kişiliklerince kurulmuş ve kurulacak lisanssız üretim tesislerinin OSB ana sayaçlarıyla mahsuplaşmasına yönelik düzenleme yapılarak bu tesislerin OSB katılımcılarının doğrudan elektrik giderini azaltması sağlanmıştır. (EPDK, 2023)

Sonuç olarak, farklı imkanlar sağlansa da ihtiyaç fazlasının dağıtım şirketine bir bedel üzerinden satılması kısıtlanmıştır. Bu da üreticinin karını azaltacakken, yatırımcı iştahını kırabilecektir. Bu yönetmelikle ilgili Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), sanayicinin tepki gösterdiği lisanssız elektrik üretiminde yeniden koşulsuz mahsuplaşmaya geçmeye hazırlanıyor’ şeklinde haber yapılmıştır. Elektrik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimi Yönetmeliği’ne göre mahsuplaşma, “Belirli bir zaman dilimi içinde gerçekleşen, üretim ve tüketimin birbirinden düşülmesi sonucu kWh cinsinden net üretim veya net tüketim değerinin bulunması işlemi” olarak tanımlanıyor. Mahsuplaşma sonucu, herhangi bir santral; şebekeye sağladığı ihtiyaç fazlası elektriği aynı ay içinde tükettiği elektrik enerjisinden mahsup ederek görevli tedarik şirketine verdiği ihtiyaç fazlası için ödeme alıyor. Mahsuplaşmadan sonra fazla elektrik tüketimi için ise görevli tedarik şirketi kendisine fatura kesiyor (Bloomberg, 2023).

Aşağıdaki Tablo 3.6 ve 3.7’ de buraya kadar olan Buharkent Belediyesi güneş enerji santralinin açıklanan SWOT analizi ile ilgili bulgular özetlenmektedir

Tablo 3.6. Buharkent GES SWOT Tablosu (SW)

GÜÇLÜ YÖNLER (S)	ZAYIF YÖNLER (W)
Güneş enerji potansiyelinin yüksek olduğu bir coğrafyada kurulmuş olması	Santral alanının eğiminin yüksek olması gölgelenme sebepli verim kaybına neden olur.
Güneşli gün sayısının çok olduğu bir yerde kurulmuş olması	Bilimsel veri değişkenliğine bağlı panelin ekonomik ömrü
Santral alanının mülkiyetine sahip olma	Topografik alanın uygun olmaması ile sabitleme problemi
Ses ve hava kirliliğine neden olmayan temiz enerji üretimi	Kırsal alanda inşa edildiğinde doğal yaşama müdahale olarak nitelendirilmesi
İşletme maliyetinin oldukça düşük olması	Kamuoyunun bilgi eksikliği
Hava kirliliğinden uzak olmasından dolayı hava kirliliği sebepli gölgelenme yok	Elektrik iletimi için kurulan direklerin özel mülkiyet alanlarından geçmesi
Getirisinin yüksek olması	Alana göre yansımının, termal dengeyi bozması

Güçlü yönler ve zayıf yönlerin bazıları güneş enerji santrallerinin tamamı ile alakalı olan genel bir durumken, bazıları ise çalışmamızın öznesi Buharkent Belediye’sine ait güneş enerjisi santralının kendi özelinden kaynaklanmaktadır. Giderilemeyen veya giderilmesi mümkün olmayan zayıf yönlerle karşı sürekli hazırlıklı olunmalı, güçlü yönlerin ise sağlamlığı

korunmalıdır. Güçlü yönler yatırım için oldukça doğru bir adım olduğunu gösterse de zayıf yönlerin yatırımın daha etkin olması için imkân nispetinde giderilmesi gerektiği şeklinde yorum yapılabilir.

Tablo 3.7. Buharkent GES SWOT Tablosu (OT)

FIRSATLAR (O)	TEHDİTLER (T)
Teşvik veya hibe desteğinin olması	Bürokrasinin uzun sürmesi
Çevre bilincinin artması	Bilinçsizce yatırım yapılması
Sanayinin gelişmesi ve nüfus atışı ile talepte artış	Doğal afetlerin yıkımı ve zararları
Yeni istihdam ve iş sahasının doğmasına neden olma	İklim değişikliği
Örnek alınarak yatırımcılara rehber olma	İnsanların bilinçsiz hareket etmesi.
Potansiyel sebebiyle yatırımcılar için cazip olması ve Enerji arz güvenliğine katkı	Yönetmeliklerdeki değişiklikler

Fırsatlara karşı hazırlıklı olmak ve fırsattan maksimum şekilde yararlanabilmek için donanımlı olunmalıdır. Tehditler ise zamanı belli olmadan her an karışılacak durumlar olduğundan tehditlere karşı hazırlıklı olunmalı ve tehditlerden de korunmak mümkünse kaçınılmalıdır. Etki edilemeyecek tehditlere karşı ise gerçekleşmesi durumunda zararı en az olacak şekilde hazırlıklı olmak işletmenin devamlılığı ve karlılığı açısından önemli olabilir.

4. ÖNERİLER VE SONUÇ

Enerji sosyal ve ekonomik hayatın devamlılığı için elzemdir. İnsanlık, tarihin en eski çağlarından beri enerjiye hep ihtiyaç duymuştur. Gelişen ve değişen yaşam biçimi ile enerjinin kullanım alanları genişlemiş aynı nispette refah da artmıştır. Yakın tarihte ülkelerin sanayileşmesi ile enerjiye ihtiyaç daha çok artmış ve fosil kaynakların kullanılması ile küresel ısınma meydana gelmiştir. İklim değişikliği yeni ve temiz enerji kaynaklarına yönelmeyi mecbur hale getirmiştir. Dünyada yenilenebilir enerjiye olan yatırımlar günden güne artmaktadır. Türkiye özelinde de artması gerekmektedir.

Enerji ülkelerin dış politikasına yön vermekte, krizlere hatta savaşlara neden olmaktadır. Birincil enerji kaynaklarına sahip olan ülkeler bunların ihracatından önemli gelirler elde ederken dış politikasında bunu handikap olarak kullanabilmektedir. Bazı ülkeler de birincil enerji kaynağının yönetimini yapamamakta ve gelir elde edememektedir. Bunun en önemli nedenleri de ülke içindeki iç savaş, siyasi krizler, yönetim sıkıntısı, teknolojik yetersizlik olabilmektedir.

Enerji üretimi için hammadde, dışarıdan ithal eden ülkeler için dış ticaret haddinde önemli gider hesabı olarak yer almaktadır. Bu gider ithalatçı ülkeler için yenilenebilir enerjiye geçişi ve uzmanlaşmayı ekonomik olarak cazip kılmaktadır. Türkiye dış ticaret açığı veren ülke konumunda olup bu dış ticaret açığı beraberinde ekonomide döviz sıkıntısı, bu sebeple de enflasyon üzerinde baskıya sebep olabilmektedir. Türkiye her ne kadar yeraltı yer üstü kaynaklara sahip olsa da enerji ithal eden ve bu konuda dışa bağımlı bir ülke konumunda olduğu söylenebilir. Türkiye 2021 yılı itibariyle elektrik üretiminde 2021 yılında elektrik üretimimizin, %30,9'u kömürden, %33,2'si doğal gazdan, %16,7'si hidrolik enerjiden, %9,4 rüzgâr, %4,2'si güneşten, %3,2'si jeotermal enerjiden ve %2,4'ü diğer kaynaklardan üretilmiştir (www.enerji.gov.tr/enerji, 2022). Görüldüğü üzere yenilenebilir kaynakların toplam üretim içindeki payı oldukça az olup kömür, doğal gaz kaynaklı üretim toplam üretimin %64,1'ini karşılamaktadır ve büyük bölümü ithal edilmektedir. İthal edilmesi enerji arz güvenliği açısından ve dış ticaret haddi açısından bir tehdit oluşturmaktadır.

Enerji arz güvenliğinin önemi son zamanda Rusya ve Ukrayna arasında çıkan savaşla AB ülkeleri ve Rusya arasında karşılıklı yaptırımlar uygulanmıştır. Yaptırım kapsamında Rusya ile bazı AB ülkeleri arasında doğal gaz ihracatı durdurulmuş, bazılarına da büyük oranda azaltılmış ve AB ülkeleri enerji tedarik sorunu ile karşı karşıya kalmıştır. AB

tarafından çeşitli yaptırım paketi uygulamalarıyla Rus ham petrol ithalatı, kömür ithalatına da yaptırımlar uygulandı. Bu yaptırımlarla fosil yakıtlarda tedarik sıkıntısı Ortadoğu'dan giderilmeye çalışıldı. Yeşil enerjiye geçiş kapsamında kullanılmayan kömür ile elektrik üretim tesislerinin tekrar faaliyete geçirilmesi gündeme alınmış, hane halkının çeşitli tasarruf tedbirleri uygulaması konusunda hazırlıklar yapılmıştır.

Ülkemiz jeopolitik olarak önemli bir konumda bulunmaktadır. Komşu ülkeler ile dış politika bazı dönemler değişkenlik göstermektedir. Enerji hammaddesi ithal ettiğimiz ülkelere bağımlı olmamak Türkiye'nin elini her anlamda güçlendirecektir. Enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için Karadeniz ve Akdeniz'de çeşitli sondaj çalışmaları yapılmakta, çeşitli tesislerin kurulumu için projelendirilmeler yapılmakta ayrıca yenilenebilir enerjiye geçişte çeşitli teşvik ve hibe destekleri sağlanmaktadır. Fosil yakıtlar ile üretimin yanı sıra yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji üretimi çevre ve hava temizliği için daha önemlidir. Türkiye'de de son yıllara bakıldığında yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimin arttığı görülmektedir.

Son yıllarda özel sektör firmaları, kamu kuruluşları yenilenebilir enerji kaynaklarından üretime geçişi gündeme almış ülke genelinde birçok tesis, kendi tüketeceği elektriği karşılayacağı, hatta fazlasından ticari kazanç edeceği projeleri faaliyete geçirmiştir. Ancak kanunlarda veya yönetmeliklerde meydana gelen yatırımlardaki karlılığı azaltıcı değişiklikler yenilenebilir enerji kaynaklara yönelimi ve yatırımı azaltacaktır. Bu sebeple hükümet yenilenebilir enerji yatırımını destekleyici kanun veya yürütmeler çıkarmalı; yatırımların önünü kesici kanun ve yönetmeliklerden sakınmalıdır.

Yerel yönetimlerin sokak aydınlatılması, su, kanalizasyon, su arıtma, hizmet binaları gibi birçok faaliyet alanında elektrik ihtiyaçları yüksektir. Buralarda kullanılan elektrikler oldukça yüksek olmasıyla yerel yönetim bütçesine de yük oluşturmaktadır. Yerel yönetimlerin hibe desteği veya teşviklerle yapacak olduğu yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırımlar bu yükü azaltacak, yeni hizmet alanlarına yatırım kaymasına neden olacaktır. Ülke genelinde bütün il ve ilçe yerel yönetimlerinin kendi tüketimlerine göre yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi ülke toplamında büyük bir getiri sağlayıp, dışa bağımlılığı azaltacaktır. Ülkemizin güneş enerji potansiyeli göz önüne alındığında toplu teşvik ile bütün belediyelere kaynak sağlanması kısa zamanda sağlanması ekonomik olmasından ziyade enerji arz güvenliği ve temiz çevre açısından elzemdir. Bu çalışmada yenilenebilir enerji kaynaklarından olan güneş enerjisinin bir uygulaması olan Buharkent Belediyesi'ne ait güneş

enerji santralının SWOT analizi yapılmış olup iç ve dış etkiler göz önünde bulundurularak çözüm önerileri ve bir model sunulması amaçlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, güneş enerji santrallerinin karlılığının ve sosyal faydasının yüksek olduğunu SWOT ve finansal analiz araştırma yöntemleri ile kanıtlamaktır. Ayrıca devlet tarafından düzenlemelerin ve kamuoyu bilincini artması ile yatırımların yaygınlaşması gerektiği görüşünü savunmaktır. Çünkü enerji arz güvenliği ve çevre temizliği sorunu ülkemizin ve dünyanın sorunu olması bu çalışmanın önemini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma SWOT analizi ve finansal analiz bir güneş enerji santrali işletmesine uygulanmış olup çeşitli bulgular elde edilmiştir. Bu bulgular güneş enerjisi santralının güçlü ve zayıf yönleri ve karşılaşılabileceği tehdit ve fırsatları ortaya çıkarmıştır. Güçlü yön bulgularının sağlamlaştırılması, zayıf yönlerin giderilmesi, fırsatları yakalayabilme ve tehditlere karşı önlem alınması gerektiği açıklanmış ve bu bulgular analiz kısımlarında değerlendirilmiştir.

Güneş enerjisi santrali işletmelerinin karşılaştığı güncel kanun ve düzenlemelerin değişkenliğinin, güneş enerjisi santrallerine karşı bazı zaman lehinde olurken bazı zaman da aleyhine olması bir fırsat ve tehdit uyumsuzluğu olduğunu açıklaması, SWOT analizinin finansal analiz ile desteklenmesi, Türkiye güneş radyasyonu ortalamasının üstünde bir ortalama a ait bir coğrafyada olan Buharkent ilçesindeki bir işletmenin ilk defa SWOT analizinin incelenmesi ve bu santralin bir kamusal yatırım olması bu çalışmanın birer özelliğidir. Bu özelliklerin tümü birleştğinde, bu çalışmayı özgün bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmaya benzer çalışma yapacak araştırmacıların kanun ve yönetmeliklerdeki güncel değişiklikleri takip etmesi ve iklim değişikliğine bağlı verim değişikliğini göz önünde bulundurarak eğer iklim değişikliğinin kanıtlanmış bir zararı var ise bunu çalışmaya eklemesi önerilebilir.

Yerel yönetimlerin yanı sıra elektrik sosyal yardımında bulunan kamu kurum ve kuruluşların sosyal proje kapsamında elektrik destek ödemesi yapılmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapıp ihtiyaç sahiplerine her ay yapılan sosyal yardımın kurulan santralden üretilen elektrik üzerinden karşılanması ayrı bir çözüm önerisidir. Hatta kamu kuruluşlarının sosyal proje kapsamlarında sadece kamu sektörüne özel olarak çıkarılabilecek kanunla yenilenebilir enerjiden satış geliri elde ederek kamu hizmetinin yanında kar ederek bütçesini genişletebilir. En minimal düşüncede kendi kurum binalarının elektrik giderleri çatı

uygulamaları ile karşılanabilir. Kamu binaları, lojmanlar, atıl araziler yenilenebilir enerji kaynaklarının kurulumu için uygun fırsat alanlarına örnek verilebilir.

Teknolojik gelişmeler ile elektrikli araç teknolojisini hızlandırmıştır. Elektrikli araçlar hem daha ekonomik hem daha çevrecidir. Elektrikli araçların sayısı her geçen gün artmakta ve elektrikli araç ve onun teçhizatına olan yatırımlar artmaktadır. Yerel yönetimlerin bundan istifade edebileceği önemli bir gelir kaynağı sağlayabileceği alan otoparklardır. Çoğu yerel yönetimin kendi işletmesi dahilinde otopark alanı bulunmaktadır. Bu otoparklar kapalı ve çatılı olarak tasarlanıp çatısına güneş enerji panelleri yerleştirilerek elektrik enerjisi üretilir. Buradan elde edilen elektrik otoparka kurulacak elektrikli araç şarj istasyonu için elektrik dağıtıcı firması ile mahsuplaşmaya gidilerek karşılanabilir. Otoparklar geniş alan kaplamaktadır. Ayrıca şehir merkezlerinde yer almaktadır. Şehir içinde park sorununun çözülmesinin yanı sıra acil elektrikli araç şarj istasyonları ile hem hizmet hem de gelir sağlamış olacaktır. Burada dikkat edilmesi gereken konu otopark yüksekliğinin çevre binalar yüksekliğinden yüksek olması veya gölgelemeye sebep olabilecek binalardan uzakta inşa edilmiş olması gerekmektedir. Yani gölgelemeye sebep olacak etkenlerden uzak olmalıdır.

Bireysel veya kurumsal olarak her ekonomik kişiliğin kendi ihtiyacını yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaya yönelmesi, bireysel olarak küçük çaplı gibi görünse bile ekonomik toplum olarak bakıldığında çok büyük fayda sağlayacağı düşünülebilir. Ekonomik faydasının yanında çevresel olarak yerleşim alanlarının hava kirliliğini azaltıp daha sağlıklı bir yaşam alanına katkı sağlayacaktır. Buharkent belediyesine ait güneş enerjisi santrali 12900 nüfuslu ilçede toplam ekonomiye şu anlık 500 kW temiz enerji üretimi sağlamakta ve bu miktar ilerleyen zamanlarda belki de artacaktır. Yapılan SWOT analizinde oldukça güçlü yönleri ve fırsatları tespit edilmiş ve finansal analizinin de çok karlı bir proje olduğunun sonucuna varılmıştır. Bu tür projeler zaten hali hazırda desteklenmekte, çeşitli hibe veya teşvik yapılmaktadır. Gerekli çalışmalar ile zayıf yönlerden ve tehditler mümkün olduğunca azaltılarak veya ortadan kaldırılarak bu tür projeler daha çok sağlamlaştırılabilir. Bugün kurumsal veya yerel yönetim bazında yenilenebilir enerjiye geçiş ilerleyen zamanlarda bireysel olarak yenilenebilir enerjiye geçişi de hızlandıracaktır. Toplum olarak yenilenebilir enerjiye geçiş, sürdürülebilirlik adına kalkınmanın, büyümenin, temiz çevrenin, sağlığın ve refahın artmasında daimi bir etken olacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Aktacir, M. ve Yıldırım, E. (2019). Binaya Entegre Fotovoltaik Sistemlerinde Azimut ve Eğim Açısı Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Dergisi, 34: 609-618
- Aksay, C.S. ve Ketenoğlu, O., Kurt, L. (2005). Küresel Isınma ve İklim Değişikliği, S Ü Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi. Sayı 25, 29 -41:31
- Albayrak, B. (2011) Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Finansmanı: Bir Uygulama, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Finans-Bankacılık Doktora Programı Doktora Tezi, İstanbul
- Alalı, H. (2022). İktisat Yüksek Lisans Tezi, OECD Ülkelerinde Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Dış Ticarete Etkileri. Karabük Üniversitesi: 90.
- Altıntop, N. ve Erdemir, D. (2013). Dünyada ve Türkiye’de Güneş Enerjisi ile İlgili Gelişmeler, Mühendis ve Makina, cilt 54, sayı 639, 69-77.
- Anadolu Ajansı (2022). AB-Rusya 2022 Yaptırımları Uygulamaları Haber Kaynağı <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/abnin-rusyadan-gaz-ithalati> adresinden 01.11.2022 tarihinde alınmıştır.
- Aydın, F. F. (2010). Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Sayı: 35, Ocak-Temmuz, 317-340
- Azmi M. Ve Aktacir A. (2019). Binaya Entegre Fotovoltaik Sistemlerde Azimut ve Eğim Açısının Etkileri İncelenmesi, 611.
- Bayraç, H ve Çildir, M. (2017). Ab Yenilenebilir Enerji Politikalarının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, ICMEB17 Özel Sayısı: 210
- Bekar, N. (2020). “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye’nin Enerji Jeopolitiği”, Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi. 3:1, 37-54.
- Bloomberg (2023) Lisanssız Elektrik Üretimi Haberi, 30.01.2023 Tarihinde Erişilmiştir. <https://www.bloomberght.com/epdknin-gundeminde-lisanssiz-elektrik-uretiminde-mahsuplasma-masada-2315104>
- Buharkent Belediyesi (2020). Güneş Enerji Santrali Proje Sunumu ve Saha İnceleme Raporu.

- Çepik, B. (2015). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikalar. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi, İstanbul: 44.
- 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:28.
- 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: 48.
- 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: 62.
- Çoban, B. ve Karakaya, Y. (2010). Geleceği Planlamada Stratejik Yönetim ve SWOT Analizi Kavramsal Yaklaşımlar, Fırat Üniversitesi: 348.
- Dağıstan, H. (2007). Yenilenebilir Enerji ve Jeotermal Kaynakları, TMMOB MMO IV. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu, Kayseri: MMO Yayını:52-58.
- Demirbugan, M. Alper. (2008). Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Net Bugünkü Değer (Nbd) ve İç Karlılık Oranı (İko) Yöntemlerinin Karşılaştırılması Afyon Kocatepe Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi C.10:2.
- Deniz, E. (2013). Güneş Enerjisi Santrallerinde Kayıplar, Akademi Enerji, İzmir https://www.emo.org.tr/ekler/38f0038bf09a40b_ek.pdf adresinden 11.11.2022 tarihinde alınmıştır.
- Düzakın, H. ve Yılmaz, S. (2022) Yatırım Projelerinin Değerlendirilmesinde Tercih Edilen Yöntemlerin İncelenmesi: Türkiye'nin 500 Büyük Sanayi Kuruluşu Örneği, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt: 31: 604-623
- Çağlar, İ. (1996). İşletmelerde Yatırım Projelerinin Hazırlanması ve Değerlendirilmesi Teknikleri, Çorum: Çorum Meslek Yüksekokulu Koruma Derneği Yayınları.
- Elibüyük, u. ve Üçgül, İ. (2014). Rüzgâr Türbinleri, Çeşitleri Ve Rüzgâr Enerjisi Depolama Yöntemler, Yekrum e-dergi C.2 S.4: 2-4
- Enerji Atlası (2022). Türkiye Yıllık Doğalgaz Tüketimi 22.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir. <https://www.enerjiatlası.com/dogalgaz-tuketimi/>

- Enerji Atlası (2022). Güneş Enerjisi, 29.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://www.enerjiatlası.com/gunes/>
- Engin, N. (2013). Nükleer Enerji Gelecekte Enerji İhtiyacına Çözüm Olabilir mi? Marmara Coğrafya Dergisi(575), 575-591.
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2022). Doğalgaz 17.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-dogalgaz>
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2022). Elektrik 21.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2022). Jeotermal Enerji 26.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji->
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2022). Hidrolik Enerji 12.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-hidrolik>
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2022). Petrol 28.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-petrol>
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2022). Kömür 29.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiiikaynaklar-komur>
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2022). Güneş Enerjisi 04.04.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes>
- Enerji ve Tabi Kaynaklar Bakanlığı (2022). Rüzgâr Enerjisi 29.03.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-ruzgar->
- EPDK (2023). Elektik Piyasasında Lisanssız Elektrik Üretimi Üretim Yönetmeliği 30.01.2023 Tarihinde Erişilmiştir. www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-92/elektriklisanssiz-uretim
- GEPA (2022). Türkiye Güneş Enerji Potansiyel Atlası 21.05.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>
- İstemi, Ü. (2004). Enerji Gündemi ve Sorunlarımız, TMMOB, EMO Yayını, Ankara,
- Kantarcioglu, F. (2010). Fotovoltaik Sistemler Türk Tesisat Mühendisleri Derneği, Ağustos:2.
- Karasar, N., (2009) Araştırmalarda Rapor Hazırlama, Nobel Yayıncılık, Ankara, :34

- Keleş, Ö. C. (2008). Türkiye’de Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Fotovoltaik Sistemlerin Kullanılmasına Yönelik Bir İnceleme, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: 8-46.
- Kılıç, F. (2015) Güneş Enerjisi, Türkiye’deki Son Durumu ve Üretim Teknolojileri, Mühendis ve Makine Dergisi sayı 671: 28-40
- Koç, E. ve Şenel, M. C. (2013). Dünya’da ve Türkiye’de Enerji Durumu Genel Değerlendirme. Mühendis ve Makine Dergisi, 54 (639): 32-44.
- Koç, E., Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu. Mühendis ve Makina, cilt 56, sayı 668: 37.
- Koç, Ü. (2021). Güneş Enerjisi ve Ekonomik Büyüme. Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi, 2021: 515.
- Magni, C.A. (2010). Average Internal Rate of Return and Investment Decisions: A New Perspective, The Engineering Economist, 55 (2): 150-180.
- Mazı, F., (2003), Küresel Isınma Avrupa Birliği ve Türkiye, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2022). UV Radyasyonunu Etkileyen Faktörler 01.06.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://www.mgm.gov.tr/FILES/arastirma/ozonuv/UVRadyasyonuEtkileyenFaktorler.pdf>
- NTV PARA (2022). AB-Rusya Enerji Tedarik Sorunu Haber Kaynağı, 25.10.2022 Tarihinde Erişilmiştir.
<https://www.ntv.com.tr/ntvpara/avrupada-enerji-krizi-derinlesiyor,tc7AZhLi-U27q2fyncWXwg>
- Oral, M. (2020). Solar energy potential of Turkey and evaluation of PV applications in local scale: Case of Karabük province. International Journal of Geography and Geography Education. (IGGE), 42: 482-503.
- POWERBI (2022). Türkiye Yıllık Elektrik Üretimi Verileri, 29.03.2021 tarihinde erişilmiştir: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmFmYWY0MTYtNjUyNS00NzQ1LWIwMTMtOTI5ZTNkM2FlYWxIiwidCI6ImU5YzY0NjU4LWFKMWQtNDUwOS1hODk0LTE2NWZhYjU2NjEyMyIsImMiOiJ9>

Products (2023), Güneş Panellerinin Ömrü,30.01.2023 Tarihinde Erişilmiştir.

<https://www.products.pcc.eu/tr/blog/gunes-panellerinin-kullanim-omru-ve-bertaraf>

Sağlam, M. ve Uyar, T. (2005), Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli, Marmara Üniversitesi, Elektrik Mühendisleri Odası: 2

SOLARGIS (2022) Türkiye Radyasyon Haritası <https://solargis.com/turkiye> adresinden 05.05.2022 tarihinde alınmıştır.

Tabak, C., Dinçer, H., Karayazı, K., Arslan, H., Arslan, E., Yıldız, M., Karayazı, S. (2009) Yoğunlaştırıcı Güneş Enerjisi Sistemleri İle Elektrik Enerjisi Üretimi,: 319-320

Tanış, T. (2019), Yenilenebilir Enerji Kaynakları İçerisinde Güneş Enerjisi: Karapınar İlçesi SWOT Analizi: 14-31

TDK, (2023), Bakı sözcüğünün anlamı, <https://sozluk.gov.tr/> adresinden 21.01.2023 tarihinde alınmıştır.

TCMB (2022). Piyasa Katılımcıları Anketi, 25.11.2022 tarihinde erişilmiştir:

[https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/085d78c0-9809-4b33-a6b6-](https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/085d78c0-9809-4b33-a6b6-21e0a22a6405/PKA_Rapor.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-085d78c0-9809-4b33-a6b6-21e0a22a6405-oi9ypUq)

[21e0a22a6405/PKA_Rapor.pdf?MOD=AJPERES&](https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/085d78c0-9809-4b33-a6b6-21e0a22a6405/PKA_Rapor.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-085d78c0-9809-4b33-a6b6-21e0a22a6405-oi9ypUq)

[CACHEID=ROOTWORKSPACE-085d78c0-9809-4b33-a6b6-21e0a22a6405-oi9ypUq .](https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/085d78c0-9809-4b33-a6b6-21e0a22a6405/PKA_Rapor.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=ROOTWORKSPACE-085d78c0-9809-4b33-a6b6-21e0a22a6405-oi9ypUq)

TEİAŞ (2022). Türkiye Elektrik İletim İstatistikleri 16.05.2022 Tarihinde Erişilmiştir. <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>

Türkiye Radyo Televizyonu (2022). Karadeniz Doğalgaz Rezervi Haber Kaynağı <https://www.trthaber.com/haber/gundem/karadeniz-gazi-icin-geri-sayim-calismalar-buyuk-olcude-tamamlandi-730390.html> adresinden 26.11.2022 tarihinde alınmıştır.

Üçgül, İ. ve Akgül, G. (2010). Biyokütle Teknolojisi. Yekarum, Cilt 1, sayı. 1, Temmuz

Ün, Ü. (2013). Dalga Enerjisi Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu, 05.03.2022 tarihinde erişilmiştir: [http:// www. emo. org.tr/ekler /6a781dbfd8e524b_ek.pdf](http://www.emo.org.tr/ekler/6a781dbfd8e524b_ek.pdf).

Varınca, K.B. ve Gönül, M. (2006). Türkiye’de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma, Yıldız Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümü, İstanbul: 272

Varınca, K. B. Varank, G. (2005). Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması ve Çözüm Önerileri”, Güneş Enerjisi Sistemleri Sempozyumu ve Sergisi: 1-7

VUK (2022) Vergi Usul Kanunu, 28/4/2004 tarihli ve 25446 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Vergi Usul Kanunu Genel Tebliği, Sıra No: 333.

