



**TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARININ DURUMU, GELECEK
ÖNGÖRÜSÜ VE ÖZELİNDE GÜNEŞ
ENERJİSİNİN İNCELENMESİ**

**2023
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENERJİ SİSTEMLERİ**

Afra Nur KARADAĞ

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Engin GEDİK**

**TÜRKİYE'NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU,
GELECEK ÖNGÖRÜSÜ VE ÖZELİNDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN
İNCELENMESİ**

Afra Nur KARADAĞ

**Tez Danışmanı
Doç. Dr. Engin GEDİK**

**T.C.
Karabük Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Enerji Sistemleri Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Ocak 2023**

Afra Nur KARADAĞ tarafından hazırlanan “TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU, GELECEK ÖNGÖRÜSÜ VE ÖZELİNDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Engin GEDİK

Tez Danışmanı, Enerji Sistemleri Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Enerji Sistemleri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 24/01/2023

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Mehmet ÖZKAYMAK (KBÜ)

.....

Üye : Prof. Dr .Mustafa AKTAŞ (GAZİÜ)

.....

Üye : Doç. Dr. Engin GEDİK (KBÜ)

.....

KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Müslüm KUZU

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Afra Nur KARADAĞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TÜRKİYE’NİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ DURUMU, GELECEK ÖNGÖRÜSÜ VE ÖZELİNDE GÜNEŞ ENERJİSİNİN İNCELENMESİ

Afra Nur KARADAĞ

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Engin GEDİK

Ocak 2023, 113 sayfa

Günlük hayatın devam etmesi ve bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılanması için ihtiyaç duyulan en önemli gereksinimlerin başında enerji gelmektedir. Modern dünyada ısınma, beslenme, ulaşım ve aydınlanma gibi temel ihtiyaçların karşılanabilmesinde enerji gerekmektedir. Her geçen gün artan nüfus ve 1960’lı yıllar itibariyle eksponansiyel olarak artan sanayileşme ile birlikte ortaya çıkan teknolojik gelişmeler ve yüksek yaşam standartları enerji talebini arttırmıştır. Öyle ki günümüzde ülkeler arası gelişmişliğinin en önemli göstergelerinden biri olarak enerji görülmektedir. Bu durum aynı zamanda ülkeler arasındaki rekabeti de arttırmaktadır.

Modern dünya düzeni besleyen ve çarkların dönmesini sağlayan enerjinin temel kaynağı günümüzde fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Fosil kaynakların sınırlı olması nedeniyle tükenme riski ve enerji elde edilme prosesinde meydana gelen kirlenici etkiler nedeniyle alternatif enerji arayışları mevcuttur..

Gerekli enerjinin üretiminde, sürdürülebilir şartlarla elde edilebilen, doğada var olan ve enerji elde edilirken çevre dostu süreçlerin var olduğu kaynakların kullanılması gerekmektedir. Günümüzde enerji üretiminde tercih edilen politika, öncelikli olarak birincil enerji kaynaklarının kullanımı yönündedir.

Türkiye, fosil kaynak potansiyeli bakımından zengin bir ülke olarak tanımlanamaz, dolayısıyla enerji sağlamak adına oldukça büyük harcamalar yapmaktadır. Bu sonuca enerji ihtiyacının yalnızca %48'ini yerel olarak temin edebildiğinden varılabilir [1]. Bu çalışmada Türkiye'de bulunan enerji temininden kaynaklı ekonomik harcamaların kısıtlandırılması ve fosil yakıt kullanımı ile ortaya çıkan çevresel sorunların azaltılmasına yardımcı olabilmek amacıyla fosil kaynaklara alternatif olarak yenilenebilir enerji kaynakları araştırılmıştır. Alternatif yenilenebilir enerji kaynaklarının günümüzde mevcut olan durumu ve gerekli yatırımlar ile oluşabilecek gelecek öngörüsünden bahsedilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları arasında Türkiye'de oldukça verimli kullanılacak olan GES santrallerinden bahsedilecektir. Şirketler ile yapılan anketler sonucu yenilenebilir enerji kaynaklarının geleceği hakkında görüşleri tartışılacaktır.

Anahtar Sözcükler : Fosil yakıtlar, yenilenebilir enerji, çevresel etki.

Bilim Kodu : 92802

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE STATUS OF TURKEY'S RENEWABLE ENERGY SOURCES, FUTURE FORECASTING AND, IN PARTICULAR, THE STUDY OF SOLAR ENERGY

Afra Nur KARADAĞ

**Karabük University
Institute of Graduate Programs
Department of Energy Systems**

Thesis Advisor:

Assoc. Prof. Dr. Engin GEDİK

January 2023, 113 pages

Energy is one of the most important requirements needed to continue daily life and meet the basic needs of individuals. In the modern world, energy is needed to meet basic needs such as heating, nutrition, transportation and enlightenment. With the increasing population every day and the increasing industrialization exponentially as of the 1960s, the technological developments and high living standards that have emerged have increased the demand for energy. So much so that today, energy is seen as one of the most important indicators of Deceleration between countries. This situation also increases Decisiveness between countries.

The main source of energy that feeds the modern world order and keeps the wheels turning is currently met from fossil fuels. There are searches for alternative energy due to the risk of depletion due to the limited fossil resources and the polluting effects that occur in the process of obtaining energy. In the production of the necessary energy, it

is necessary to use resources that can be obtained under sustainable conditions, exist in nature and where environmentally friendly processes exist when obtaining energy. The preferred policy in energy production today is primarily in the direction of the use of primary energy sources.

Turkey cannot be defined as a country rich in fossil resource potential, so it spends quite a lot on providing energy. This conclusion can be reached because it can only supply Jul 48 of its energy needs locally [1]. In this study, renewable energy sources were investigated as an alternative to fossil sources in order to limit the economic expenditures arising from the energy supply in Turkey and to help reduce the environmental problems caused by the use of fossil fuels. The current situation of alternative renewable energy sources and the future prediction that may occur with the necessary investments were mentioned. Among the renewable energy sources, GES power plants that can be used Decisively in Turkey will be mentioned. As a result of the surveys conducted with the companies, their views on the future of renewable energy sources will be discussed.

Keywords: Fossil fuels, renewable energy, environmental effects.

Science Code : 92802

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans araştırmalarım kapsamında, tezimin yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, değerli bilgi ve tecrübelerinden sıklıkla yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmamı bilimsel temellere dayalı bir şekilde inşa etmemi sağlayan sayın hocam Doç. Dr. Engin GEDİK'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte bana sağladıkları manevi desteklerinden ve yardımlarından dolayı sevgili aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	iv
BÖLÜM 1	1
ENERJİ KAVRAMI	1
1.1. FOSİL (YENİLENEMEYEN) ENERJİ KAYNAKLARI.....	3
1.1.1. Kömür	3
1.1.2. Petrol	5
1.1.3. Doğal Gaz.....	6
1.1.4. Nükleer Enerji	7
1.2. FOSİL YAKITLAR VE ÇEVRE.....	9
1.2.1. Sera Etkisi	9
1.2.2. Asit Yağmurları.....	10
1.2.3. Nükleer Atık.....	10
1.3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI	11
1.3.1. Güneş Enerjisi	11
1.3.2. Rüzgâr enerjisi	15
1.3.3. Jeotermal Enerji	17
1.3.4. Biyokütle Enerjisi	19
1.3.5. Hidrolik Enerji	21
1.3.6. Hidrojen Enerjisi	23
1.3.7. Dalga Enerjisi	25
1.4. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE ÇEVRE.....	26

1.5. YENİLEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR.....	28
1.5.1. KYOTO Protokolü	28
1.5.2. Paris İklim Anlaşması	29
1.5.3. Sıfır Enerjili Binalar	31
BÖLÜM 2	32
TÜRKİYE’DE YENİLEBİLİR ENERJİ VE KAYNAKLARI	32
2.1. TÜRKİYE’DEKİ ENERJİ DURUMU	32
2.1.1. Elektrik Üretimi	34
2.1.2. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği	52
BÖLÜM 3	53
TÜRKİYE’DE GÜNEŞ ENERJİSİ	53
3.1. TÜRKİYEDE KURULAN GES SANTRALLERİ	53
3.2. GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYEL ATLASI.....	54
3.3. TÜRKİYE’DE LİSANSIZ/LİSANSLI GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMI ...	58
3.3.1. Lisanssız Güneş Enerjisinin Gelişimi.....	59
3.3.1.1. Lisanssız Üretim Maliyeti Hesaplaması	61
3.3.2. Lisanslı Güneş Enerjisinin Gelişimi	63
3.4. TÜRKİYEDE GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ	63
3.5. TÜRKİYE’NİN GÜNEŞ ENERJİSİ PAZARINDAKİ ENGELLERİ	64
3.6. GÜNEŞ PANELİ KURULACAK ARAZİ SEÇİMİ.....	70
BÖLÜM 4	90
ANKET ÇALIŞMASI.....	90
4.1. ANKET ÇALIŞMASININ AMACI VE İÇERİĞİ	90
4.2. ANKETİN UYGULAMASINDAN ELDE EDİLEN SONUÇLARIN İRDELENMESİ.....	91

BÖLÜM 5	99
SONUÇLAR	99
KAYNAKLAR	104
ÖZGEÇMİŞ	109

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Kömür santralinde çalışan işçiler.....	4
Şekil 1.2. Petrolün çıkartılmasına ait bir görsel.	6
Şekil 1.3. Nükleer enerji santralının dışarıdan görünüşü.	8
Şekil 1.4. Güneş enerjisinin dünya serüveni [12].	12
Şekil 1.5. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli [13].	13
Şekil 1.6. Türkiye'nin toplam güneş radyasyonu [13].	14
Şekil 1.7. Türkiye'nin üretilebilecek enerji miktarları [13].	14
Şekil 1.8. Elektrik üretiminde kullanılan rüzgâr ve güneş hibrit enerji sistemi örneği.	15
Şekil 1.9. Rüzgârın rüzgâr enerjisine dönüşümü.	15
Şekil 1.10. Yeryüzünün basınç ve rüzgâr kuşakları [14].	16
Şekil 1.11. Bir arazide konumlandırılmış rüzgâr enerjisi çiftliği [16].	16
Şekil 1.12. Jeotermal enerji santrali [21].	18
Şekil 1.13. Bitkisel döngü [23].	19
Şekil 1.14. Biyokütle enerjisinin bitkisel döngüsü [23].	20
Şekil 1.15. Su çevrimi [26].	21
Şekil 1.16. Hidroelektrik enerji santrali [27].	22
Şekil 1.17. Hidroelektrik enerji santrali çalışma prensibi [27].	22
Şekil 1.18. Hidrojen enerji sistemi [29].	24
Şekil 1.19. Hidrojen yakıt hücresi [30].	25
Şekil 1.20. Dalga enerjisi için mevcut sistemler ve işlemler.	26
Şekil 2.1. Türkiye'nin enerji tüketimi [36].	32
Şekil 2.2. GSYH ve toplam enerji tüketimi [60].	33
Şekil 2.3. Ülkemiz elektrik enerjisi üretiminin gelişimi [59].	36
Şekil 2.4. Temmuz 2022 kaynak bazında Türkiye'nin elektrik enerjisi üretimi [58].	37
Şekil 2.5. Temmuz 2022 kaynak bazında Türkiye'nin elektrik enerjisi üretimi [58].	38
Şekil 2.6. Türkiye elektrik enerji üretimi kamu/özel sektör dağılımı (GWh) [60]. ...	39

Şekil 2.7. Yurtiçi elektrik üretimi ve tüketimi [58].....	40
Şekil 2.8. Kurulu güç (MW) [58].....	40
Şekil 2.9. Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü oranları [58].	41
Şekil 2.10. Kaynak bazında kurulu güç oranları (2021) [60].....	43
Şekil 2.11. Türkiye'nin kurulu gücünün sektöre göre dağılımı [60].....	44
Şekil 2.12. Kurulu güce göre dönemler itibarıyla paylar [37].	47
Şekil 2.13. Kaynaklarına göre kurulu güç payları [37,60].....	47
Şekil 2.14. Kaynaklara göre elektrik üretimi [37].....	48
Şekil 2.15. Yerli ve ithal kaynak bazında ülkemiz kurulu gücü oranları [36,60].	49
Şekil 2.16. Yenilenebilir kurulu gücün toplam içindeki payı [37,60].....	51
Şekil 3.1. Güneş enerjisi potansiyel haritası [38].....	53
Şekil 3.2 Güneş enerji potansiyeli atlası [41].	55
Şekil 3.3 Türkiye'nin toplam ışık alma gücü değeri (kWh/m ²), günlük ortalama 4,2 (kWh/m ²).....	55
Şekil 3.4. Türkiye'nin aylık güneş ışığı alma durumu [41].	56
Şekil 3.5. Termik santral kurulmaya elverişli olan alanlar [41].....	56
Şekil 3.6. Güneş enerjisi termik potansiyeli [41].....	57
Şekil 3.7. Radyasyon haritası [41].	57
Şekil 3.8. Lisanssız proje başvuru adımları [43].....	60
Şekil 3.9. Türkiye 2023 yılı ulusal yenilenebilir enerji hedefleri [47].....	65
Şekil 3.10. Uşak Kızılcasöğüt belediyesi yer bulduru haritası.	68
Şekil 3.11. Kızılcasöğüt Belediyesi fotovoltaik panellerin yerleştirileceği alan.	69
Şekil 3.12. Uşak Kızılcasöğüt belediyesi güneş enerjisi etüt raporu [48].....	69
Şekil 3.13. Güneş enerjisi etüt raporu Banaz ilçesi toplam güneş radyasyonu [48]..	70
Şekil 3.14. Güneş enerjisi etüt raporu Banaz ilçesi toplam güneş radyasyonu [48]..	70
Şekil 3.15. Proje alanı uydu görünümü [48].	71
Şekil 3.16. Tesisin Kümülatif nakit akışları şekli.	73
Şekil 3.17. Karapınar YEKA alanı'nın yeri [48].....	75
Şekil 3.18. Karapınar YEKA ölçüm çalışması [48].....	75
Şekil 3.19. Karapınar YEKA alanı üzerinden geçen enerji iletim hattı [48].	76
Şekil 3.20. YEKA alanının 27.08.2019 tarihli Google Earth görüntüsü [48].....	76
Şekil 3.21. Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali – GES [48].....	77
Şekil 3.22. Teksin enerji güneş enerji santrali [48].....	80

Şekil 3.23. Konya Karatay Kızören Güneş Enerji Santrali.	83
Şekil 3.24. Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali [48].....	84
Şekil 3.25. Makascı Mühendislik Güneş Enerji Santrali.	86
Şekil 4.1. Bir numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.	91
Şekil 4.2 . İki numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.	92
Şekil 4.3 . Üç numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.	92
Şekil 4.4 .Dört numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.	93
Şekil 4.5 . Beş numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.....	94
Şekil 4.6 . Altı numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.	95
Şekil 4.7 . Yedi numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.....	95
Şekil 4.8 . Sekiz numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.....	96
Şekil 4.9 . Dokuz numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.	97
Şekil 4.10 . On numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.....	97
Şekil 4.11 . On bir numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.	98
Şekil 4.12 . On iki numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.	98

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. TEP: Ton eşdeğer petrol [33].....	27
Çizelge 2.1. Ülkemiz elektrik enerjisi görünümü (GWh) [59].	35
Çizelge 2.2. Kaynak bazında Türkiye elektrik enerjisi üretimi (GWh) [59].	36
Çizelge 2.4. Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü oranları [60].	42
Çizelge 2.5. Türkiye'nin kurulu gücünün sektöre göre dağılımı [36].....	44
Çizelge 2.6. Ülkemiz termik santral kurulu gücü dağılımı (MW) [34].	45
Çizelge 2.7. Türkiye'nin kurulu gücünün, kuruluş ve kaynak dağılımı (MW) [60].	46
Çizelge 2.8. Elektrik sistemi kaynaklarına göre kurulu güç payları [60].....	50
Çizelge 3.1. Türkiye'nin bölgelere göre yıllık ortalama güneş enerjisi potansiyeli [41].	58
Çizelge 3.2. Lisanssız proje stokları [43].....	60
Çizelge 3.3. 5346 sayılı kanuna göre 1 MW'lık santral kurulum maliyet hesabı.	61
Çizelge 3.4. Bugüne kadar yapılan 1 MW'lık proje başvuruları.	62
Çizelge 3.5. Güneş enerjisi devlet teşvikleri [47].	66
Çizelge 3.6. Örnek bir Güneş Enerjisi Santrali kurulum projesi (Konya).	66
Çizelge 3.7. Uşak Kızılcasöğüt belediyesi güneş enerjisi etüt raporu 67	
Çizelge 3.9. Uşak Kızılcasöğüt belediyesi güneş enerjisi etüt raporu [48].....	71
Çizelge 3.10. Geri ödeme süresi için özet bilgiler [48].....	72
Çizelge 3.11. Yıllık gelir tablosu.	72
Çizelge 3.12. Güneş enerji santralleri profili [48].....	74
Çizelge 3.13. Karapınar YEKA bilgileri [48].	74
Çizelge 3.14. Kayseri OSB güneş enerjisi santrali bilgileri [48].	77
Çizelge 3.15. Doğal yenilenebilir enerji güneş enerji santralleri [48].	78
Çizelge 3.16. Doğal Yenilenebilir Enerji Güneş Santralleri [48].	79
Çizelge 3.17. Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES [48].	79
Çizelge 3.18. Teksin Enerji GES Bilgileri [48].	80
Çizelge 3.19. Cıngıllı Güneş Enerji Santrali [48].	81
Çizelge 3.20. Küçükköy Güneş Enerjisi Santrali [48].	81

Çizelge 3.21. Alibeyköy Güneş Enerjisi Santrali [48].	82
Çizelge 3.22. Konya Karatay Kızören Güneş Enerji Santrali [48].	83
Çizelge 3.23. Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali [48].	84
Çizelge 3.24. Alages Adilcevaz Güneş Enerjisi Santrali [48].	85
Çizelge 3.25. Taşkesiği Güneş Enerji Santrali [48].	85
Çizelge 3.26 Makascı Mühendislik Güneş Enerji Santrali [48].	86
Çizelge 3.27. Bütet Güneş Enerji Santrali [48].	87
Çizelge 3.28. Renoe Acıpayam Güneş Enerjisi Santrali [48].	87
Çizelge 3.29. Özgüçlü Enerji Güneş Enerji Santrali [48].	88
Çizelge 3.30.Özgüçlü Enerji Güneş Enerji Santrali [48].	88
Çizelge 3.31. İota Güneş Enerji Santrali [48].	89
Çizelge 3.32. Hamal Güneş Enerji Santrali [48].	89

BÖLÜM 1

ENERJİ KAVRAMI

Enerji, dosdoğru gözlemlenemeyen fakat belli bir konumdan hesaplanabilen, fiziksel bir sistemin geniş ve korunan bir özelliğidir. Fizik biliminde enerji en temel seviyede öneme sahiptir. Farklı formlarda olabilmesi nedeniyle dolayı enerjinin kapsamlı bir tanımı yapılamamaktadır. En yaygın tanım olarak enerji, bir sistemin iş yapma kapasitesi şeklinde tanımlanabilir. Yer değişim yönündeki bileşeni ile yer değiştirmenin çarpımı fizik biliminde iş olarak tanımlanmaktadır. Enerjinin fizik açısından en önemli yönü korunmasıdır, var olan enerjinin korunumu yasası; enerjinin ne yaratılabilen ne de yok edilebilen yalnızca farklı formlara dönüştürülebilen bir kavram olduğu savunulmaktadır. Bir hacim alanı içerisinde var olan tüm biçimleri yalnızca o hacme giren ya da çıkan enerji miktarı ile değişiklik gösterebilir. Enerji kavramının dönüşebileceği diğer formların miktarı oldukça fazladır [2].

Sistemde mevcut hareketin kaynağı olarak kinetik enerji tanımlanmıştır. Kütle çekim alanı, elektrik alan ve manyetik alan gibi bir kuvvetlerin altında meydana gelen enerji ise potansiyel enerji olarak ifade edilmektedir. Bir nesnenin yer çekimine karşı kaldırılmasıyla birlikte içerisinde kütle çekim potansiyel enerjisi depolanmaktadır. Bu nesnenin bırakılması durumunda ise ve olan potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi gözlenir. Elektromanyetik dalgalar sonucunda açığa çıkan ışınım enerjisi, katı cisimlerin çeşitli etkilerle bozulması ya da esnemesi sonucu meydana gelen elastik enerji, bir yakıtın yanmasıyla ortaya çıkan maddelerin yaydığı kimyasal enerji gibi enerjiler maddeyi oluşturan parçacıkların kinetik ve potansiyel enerjisinin özel bir biçimi olarak ifade edilebilir [2]. Sistemde var olan enerjinin tamamını işe dönüştürmek mümkün değildir. Yalnızca bir kısmı dönüştürülebilir ve bu miktar kullanılabilir enerji yani ekserji olarak tanımlanır.

Enerjini dönüştüğü formlar arasında ısı enerjisi diğerlerinden farklı bir konuma sahiptir. Bunun nedeni en fazla bozulan ve enerjinin en yüksek entropi biçimi olarak var olmasıdır. Termodinamiğin ikinci yasası ise ısı enerjisiyle ilgilidir. İkinci yasanın temeli enerjinin değişik biçimlerine dönüştürülebilen ısı enerjisinin miktarını tespit etmek üzerine kurulmuştur. Bilindiği üzere evrende var olan her cisim durgun haldeyken belirli bir kütleyle sahiptir ve literatürde buna hareketsiz kütle denmektedir. Bu durum, Albert Einstein'ın geliştirdiği bir eşitlik ile hesaplanır ve popüler adı eylemsizliktir. Enerjinin farklı bir biçimi olan durgun enerji de farklı enerji formlarına çevrilebilir. Tüm enerji dönüşümlerindeki gibi, toplam enerjinin bu süreçte değişikliğe uğramaz. Bu açıdan bakıldığında, evrendeki maddelerin miktarının onun toplam enerjisine katkı sağladığı sonucu çıkmaktadır.

Enerjinin tamamı, var olan kütlelerin bir eşdeğer miktarının da bir göstergesidir. Günlük hayatta sıklıkla ışınlarına maruz kalınan güneşin yaydığı nükleer potansiyel enerji farklı bir enerji biçimine dönüştürülür. Bu süreçte toplam kütlede azalmalar görülmektedir. Bunun nedeni güneşin yaydığı geniş bir ışık enerjisi olması ve hala içerisindeki toplam enerjinin aynısını içeriyor olmasıdır.

Uzayın sahip olduğu enerji yoğunluğu sıfır noktası enerjisi olarak adlandırılmaktadır. Enerji maddelerin değişmesi için gereklidir. Canlılar, yaşamların devam ettirebilmek adına enerjiye ihtiyaç duymaktadır. Oksijen ile birlikte tüketilen besinler sayesinde canlılar metabolizmalarının ihtiyacını olan enerjiyi karşılamaktadırlar. İnsan hayatının devamlılığında temel ihtiyaçların karşılanmasına kadar her noktada ihtiyaç duyulan enerji için en genel kullanım olan fosil yakıtlar ekonomide ve politikada önemi ve insanlığın muhtaç oluşu nedeniyle hayati bir konudur. Dünya'nın devamlılığı da enerji gerektirmektedir. Bu noktada güneşten alınan ışınlar sayesinde iklimi ve ekosistemi sürdürüldüğü bilinmektedir.

Enerjinin birçok farklı formda var olduğu bilinmektedir, temel olarak bu enerji çeşitlerinin sınıflandırılması kimyasal, ısı, potansiyel, kinetik, mekanik, elektrik, manyetik, nükleer ve ışın enerjisi şeklindedir [2].

1.1. FOSİL (YENİLENEMEYEN) ENERJİ KAYNAKLARI

Bitki ve hayvan atıklarının milyonlarca yıl boyunca yeryüzünün oldukça derinliklerinde kaya ve toprak gibi yapıların altında kalarak, yüksek basınç ve ısı altında fosilleşmesi ile oluşan yapıları içeriğinde oldukça yüksek miktarda enerji depolamaktadır. Bu yapılara fosil yakıt adı verilmektedir. Bitki ve hayvan atıklarından oluşan yapılar olduğu için aslında fosil yakıtların en önemli özelliği içeriğinde bol miktarda hidrokarbon içermesi ve aslında organik bir madde olmasıdır. Fosil yakıtların oluşma süreçleri oldukça zorlayıcıdır, bu nedenle belirli bölgelerde ve sınırlı miktarda oluşabilmektedir. Fosil yakıtların öneminin artmasında bilim dünyasındaki gelişmeler öncü olmuştur. Bunlara 1760 yılında buhar makinesi icat edilmesiyle taş kömürünün, 1900'lerde içten patlamalı motorlar ve 1910'larda içten yanmalı dizel motorlar icat edilmesiyle petrolün büyük önem kazanması örnek olarak gösterilebilir [1, 4].

Fosil yakıtlar yaygın olarak kullanımı açısından üçe ayrılabilir, bunlar kömür, petrol ve doğal gaz şeklinde ayrılır. Dünya'da bulunan fosil yakıt rezervinin %70'ini kömür, %14'ünü petrol, %14'ünü doğal gaz ve %2'sini de diğer fosil kaynaklar tarafından oluşturulduğu bilinmektedir [4]. Fosil yakıtların genel dağılımı yakıtın fiziksel hali ile ilişkilendirilerek bakıldığında, gaz ve sıvı yakıt kaynaklarının yeryüzünün belirli coğrafi bölgelerine yoğunlaştığı görülmüştür. Katı yakıt olan kömürün ise homojen bir dağılım gösterdiği görülmüştür. Homojen dağılımından dolayı kömür üretiminin günümüzde 50'den fazla noktada var olduğu bilinmektedir.

1.1.1. Kömür

Kömür, yapısında çoğunlukla karbon, hidrojen ve oksijenden barındırmaktadır. Az miktarda da olsa yapısından kükürt ve nitrojen de içermektedir. Kömürün oluşması olarak bilinen kömürleşme sürecini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlardan başlıcaları jeolojik, fiziksel, kimyasal ve termik özellikler olarak sınıflandırılabilir. Aynı zamanda fosilleşen yapıların içerdikleri karbon, mineral, nem, kül ve kükürt miktarları da kömürün çeşitliliği üzerinde oldukça önemli etkileri vardır.

Geçmiş kuşakların enerji ihtiyaçları incelendiğinde enerji kaynakları arasında, odun haricinde en eski ve yaygın olarak kullanılan kaynak kömürdür. Kömürün kullanımı IX. Yüzyıla dayandığı bilinmektedir. Büyük Britanya'daki halkın kömürü yaşam alanlarının ısıtılması amacıyla tüketilmeye başladığı tahmin edilmektedir.

Dünya Enerji Konseyi tarafından açıklanan rakamlara göre yaklaşık 80 ülkede rezervi bulunan kömürün, en büyük kısmı 250,9 milyar ton ile ABD'de bulunmaktadır. İkinci ülke ise 160,4 milyar ton ile Rusya Federasyonudur. Üçüncü sırada ise 144,8 milyar ton ile Avustralya yer almaktadır. Bu listeyi 138,8 milyar ton ile Çin, 97,7 milyar ton ile Hindistan, 36,1 milyar ton ile Almaya, 34,4 milyar ton ile Ukrayna, 25,8 milyar ton ile Polonya, 25,6 milyar ton ile Kazakistan ve 22,6 milyar ton ile Endonezya takip etmektedir [1, 5]. Verilen istatistiklerden yola çıkıldığı zaman, dünyada bulunan kömür kaynaklarının %90'dan fazlası 9 ülke içerisinde olduğu ortaya çıkmaktadır. Kömür santralinde kömürün çıkarılmasına ilişkin bir görsel Şekil 1.1'de verilmiştir.



Şekil 1.1. Kömür santralinde çalışan işçiler.

Dünya Enerji Konseyi'nin yaptığı araştırmalarından alınan bir veriye göre işletilebilir kömür rezervi 892 milyar ton civarındadır. Antrasit ve bitümlü kömür rezervin 403 milyar tonu oluşturmaktadır. 287 milyar tonu alt bitümlü ve 201 milyar tonu linyit kömürü olarak tanımlanmıştır. Yapılan bir araştırmaya göre 2015 yılı kömür harcaması ve kömür miktarına bakıldığında, mevcut rezervin yalnızca 134 yıl yeterli

olacağı sonucuna varılmıştır [5]. Bunun üzerine Türkiye’de de yapılan araştırmalar sonucunda linyit rezervi ciddi miktarda artış göstermiştir. Türkiye’de var olan kömür türüne göre miktarlarının genel ile oranlamasına bakıldığında, linyit kömüründe dünya açısında orta düzeyde, taşkömüründe ise alt düzeyde değerlendirilebilir. 2015 yılı itibariyle bilinen rezervler değerlendirildiğinde linyit kömür ve alt bitümlü kömür kaynakları arasında yaklaşık %3,2 kadarı Türkiye’de bulunmaktadır.

Yapılan araştırmalar sonucu Türkiye’de bulunan linyit kömürünün büyük miktarının ısıl değerinin düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle de termik santrallerde kullanılması planlanmıştır. Türkiye’de bulunan linyit kömürü rezervinin yaklaşık %46’sı Afşin-Elbistan havzasında bulunmaktadır. Türkiye’nin en önemli taşkömürü rezervleri ise Karadeniz Bölgesinde yer alan Zonguldak ili ve çevresinde konumlanmıştır. Zonguldak Havzası’ndaki toplam taşkömürü rezervinin 1,30 milyar ton olduğu bilinmektedir fakat bu rezervin 506 milyon tonu görünür düzeyinde bulunmaktadır [1, 5].

2017 yılı sonu itibariyle yapılan istatistiklerde Türkiye’nin 145,3 Milyon Ton Eşdeğer Petrol (MTEP) değerinde toplam birincil enerji tüketiminin %27’si kömür tarafından karşılanmaktadır. Türkiye’nin 2018 yılsonu itibariyle kömür ile enerji elde edilerek faaliyetini sürdürebilen santrallerinin kurulu gücü 18.997 MW’dır. Bu rakam ise toplam kurulu gücün %21,5’ine karşılık gelmektedir. 2018 yılına ait verilere göre santrallerden toplam 113,3 TWh elektrik üretilmekte ve bu toplam elektrik üretiminin %37,3’üne karşılık gelmektedir. İthal kömüre dayalı kurulu güç %10 ile 8.794 MW iken yerli kömüre dayalı kurulu güç %11,5 ile 10.203 MW’a karşılık gelmektedir. Bu tablonun ardından 2005 yılı ile başlayan teşvikler ile yerli kaynakların kullanılmasına ve çeşitli araştırmalar yapılarak kaynakların arttırılmasına önem verilmiştir. Nüfus artışına paralel olarak artan enerji tüketimini karşılayabilmek adına bu adım oldukça kıymetlidir.

1.1.2. Petrol

Bitki ve hayvan atıklarını deniz zemininde uzun yıllar sonucu fosilleşmesiyle ortaya petrol adı verilen önemli ve oldukça değerli bir fosil yakıt kaynağı oluşmaktadır.

Günümüzde yüksek enerji verimliliği nedeniyle dünyanın önemli enerji ve sanayi hammaddelerinden birisi petroldür. Yapısı farklı oranlardaki katı, sıvı ve gaz formlara sahip hidrokarbonların karışımından meydana gelmiştir. Petrolün yapısı en genel haliyle %30 parafinler, %40 naftenler, %25 aromatik hidrokarbonlar şeklindedir. Geriye kalan %5'lik kısmı ise oksijen, azot ve kükürt bileşiklerinde oluşmaktadır [1, 6]. Kaynağında petrolün yeryüzüne çıkarılmasına dair bir görsel Şekil 1.2'de verildiği gibidir.



Şekil 1.2. Petrolün çıkartılmasına ait bir görsel.

En çok bilinen ve yaygın olarak günlük hayatta kullanılan petrol ürünü benzindir. Benzin doymuş hidrokarbonların, doymamış hidrokarbonlar ve belirli aromatik hidrokarbonların karışımından meydana gelmektedir. Binek araçlarda kullanılan motorlarda kullanılan benzininin buharlaşma sıcaklığı 40°C ile 150°C arasındadır. Petrokimya şirketleri olan sınıflandırılan ve amacı petrolü türevlerine ayırmak olan şirketlerin genel amacı petrolden birçok yan madde elde etmektedir. Bu maddelerin sayısı oldukça fazladır ancak benzin, mazot, jet yakıtı, çeşitli makine-motor yağları, sentetik lifler, metan, propan ve bütan gibi sıvılaştırılmış yakıtlar en önemlileri olarak sınıflandırılabilir [1, 6].

1.1.3. Doğal Gaz

Hidrokarbon esaslı doğalgaz, petrol ile aynı oluşum prosesini benimsemektedir. Yer altında bulunan gözenekli kayaların boşluklarında olarak ya da petrol yataklarının

üzerinde birikmiş halde bulunmaktadır. Renksiz, kokusuz ve havadan hafif bir yapısı olan gaz formunda bir fosil yakıt çeşididir. Özellikle ticari ve bireysel kullanımlarda zehirlenme ihtimalinin önüne geçilmek adına özel bir koku eklenmektedir. Yapısını çoğunluğunu metan oluşturmaktadır. Buna ek olarak homolog parafinler, karbondioksit, hidrojen sülfür ve azot gibi anorganik bileşiklerde doğal gazın yapısında bulunan kimyasallardandır. Kullanılan doğalgazın yapısı oluşum şekline ve konumuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Yapısında %56 ile %99 oranında metan % 0 ile % 10 arasında ise karbondioksit bulunabilmektedir.

Günlük hayatta özellikle yemek pişirmek için kullanılmasının yanı sıra sanayinin enerji ihtiyacını karşılama adına da sıklıkla kullanılmaktadır. Çevrim santrallerinde bulunan elektrik üretim proseslerinde yakıt olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır. Fosil yakıtların içerisinde doğal gaz, en temiz olan enerji kaynağı olarak bilinmektedir. Dünyada bulunan doğal gaz rezervlerinin %40,9'u 79,1 trilyon metreküpü ile Orta Doğu ülkelerinde bulunmaktadır. Bu listeyi %32,1 ile 62,2 trilyon metreküpü Asya ve Avrupa ülkeleri takip etmektedir. 33,1 trilyon metreküp ile ise %17,1'lik oran Afrika/Asya Pasifik ülkelerindedir [1, 7].

1.1.4. Nükleer Enerji

Oldukça yakın tarihlerde keşfedilen ve yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanan nükleer enerji, fosil yakıtlar arasında enerji kapasitesi en yüksek olan yakıt olarak nitelendirilebilir. 1970'li yılların başında gerçekleşen petrol krizi nedeniyle dünya nükleer enerji alanında çalışmalarını yoğunlaştırmaya başlamıştır.

Nükleer enerji, en basit anlamda atomun çekirdeğinin yapısal özelliklerinde yararlanılarak elde edilen oldukça zengin bir enerji türüdür. Nükleer enerji temelde, Albert Einstein'a kütle enerjisi dönüşümünü ifade formülü ile ilişkilidir. Atomların sahip olduğu enerjini ortaya çıkarmak ve dönüştürmek için nükleer reaktörler kullanılır. Uranyum, toryum ve plütonyum gibi radyoaktif özellik taşıyan elementlerin özel yöntemlerle zorla parçalanması sonucu meydana gelen enerji kolaylıkla elektrik üretiminde kullanılabilir. İşlem sonrası santrallerde oluşan radyoaktif atıkların en aza

indirilmesi için spesifik saklama koşulları bulunan özel haznelerde yeryüzünün çok derinlerine gömülerek yan etkiler minimuma indirgenir. [1, 8].

Nükleer santraller yüksek enerji getirisi ve dışa bağımlılığın oldukça düşürülmesi nedeniyle birçok ülkenin tercih enerji kaynağıdır [8]. Nükleer santrallerde hiç kesintisiz olarak meteorolojik şartlardan etkilenmeden elektrik üretimi yapabilmek mümkündür. Hammaddesi olarak en sık kullanılan Uranyum ise birçok farklı coğrafyada bulunabilmektedir. Diğer fosil yakıtlardan farklı olarak nükleer enerji santrallerinde yapılan üretimler sonucunda sera gazı salınımı görülmemektedir. Bu noktada küresel ısınmayı tetiklemeyen sevindirici bir enerji elde etme yöntemidir. Fakat buna karşılık olarak radyoaktif atıkların saklanması ve bertarafı oldukça önemlidir. Yarılanma ömürleri oldukça uzun olan ve maruziyet durumunda canlılar için oldukça zararlı olan bu atıkların doğru prosedürlerce bertaraf edilmesi gerekmektedir [1]. Bir nükleer santralin uzaktan görünüşü Şekil 1.3'deki gibidir.



Şekil 1.3. Nükleer enerji santralinin dışarıdan görünüşü.

Bilinen ve korkulanın aksine nükleer santraller sahip oldukları güvenlik sistemleri sayesinde santral çevresindeki radyasyon oldukça azdır ve yaşamayı mümkün kılar. Paris, Londra ve New York benzeri turistik açıdan oldukça önemli şehirlerde de santral yakınında yerleşim ve çeşitli aktivitelerin varlığı söz konusudur. 2018 yılı verilerine bakıldığında 31 ülkeye yayılmış olarak 453 nükleer reaktör çalışmakta ve 57 adet ise

inşa halindedir [1]. Nükleer enerji ile elde edilen elektrik enerjisi dünyanın ihtiyacı olan enerjinin %11'ini karşılamaktadır [1].

1.2. FOSİL YAKITLAR VE ÇEVRE

Fosil yakıtlardan enerji elde etme süreci yanma reaksiyonlarını takiben meydana gelmektedir. Yanma reaksiyonları sonucunda ise karbondioksit (CO₂) NO_x ve kükürtdioksit (SO₂) gibi zararlı gazlar açığa çıkmaktadır. Zararlı kimyasallar içeren baca gazları ayrıca yapılarında uçucu kül ve hidrokarbon yapılarını da içermektedir. Buna ek olarak az miktarda olmakla birlikte nikel, arsenik, kadmiyum ve kurşun, gibi zehirli metaller de fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere salınan zararlı kimyasallardandır.

Yaygın olarak kullanılan kömürün çıkartılması esnasında yapılan kömür madenciliği çalışanları özellikle solunum yolları açısından oldukça kötü etkilemektedir [10]. Bunun haricinde metan gazı birikmesi durumunda patlamaların ve ciddi can kayıplarının yaşanma riski taşınmaktadır. Fosil yakıtların taşınması sırasında da oldukça dikkatli olunması gerekmektedir. Petrol tankerinin devrilmesi sonucu denize sızması o bölgedeki canlı yaşamını doğrudan öldürebilecek kadar ağır hasarlar bırakabilir [10].

Nükleer enerji ise diğer fosil yakıtlardan farklı olarak bir yanma reaksiyonu vermez fakat çok tehlikeli atıklar oluşturur [10]. Birinci veya ikinci çevrimde herhangi bir şekilde meydana gelecek bir sızıntı/kaçaklardan radyoaktif elementlerin buhar ile kontrolsüzce salınma riski vardır. Bu nedenle riskli yapılar bilinçli olarak alçak basınç altında tutulur [10]. Hava emilerek alçak basınç oluşturulur ve olası bir sızıntı anında dışarı doğru değil içeri doğru bir hava akımı gözlenir. Ortam havası ise düzenli olarak ölçülür ve kontrol edilir [10].

1.2.1. Sera Etkisi

Fosil yakıtlardan enerji elde edilmesi amacıyla yanma işlemine tabii tutulmasıyla meydana gelen, başta karbondioksit olmak üzere zararlı gazların yükselerek atmosferde birikmesi ile sera etkisi meydana gelmektedir [9]. Sera gazı olarak

adlandırılan ve güneş ışınlarının dünyadan çıkmasını engelleyen gazlar nedeniyle dünyada ısınma yani popüler adı ile küresel ısınma meydana gelmektedir. Günümüzde de sıklıkla bahsedilen küresel ısınmanın en büyük etkisi, kutuplardaki buzulların erimesi ve açığa çıkan suyun etkisiyle denizlerin yükselmesi ve yerleşim yerlerinin sular altında kalmasıdır. Görünmeyen bir diğer etkisi ise yoğun şekilde iklim değişikliklerine neden olabilecek olmasıdır [9].

Sera gazlarının olumsuz etkisi fosil yakıt tüketimi günümüzdeki gibi desteklenmeye devam ederse 50 yıl sonra dünyanın sıcaklığında 5 derecelik bir artış beklenmektedir. Buna ek olarak yeryüzünün sıcaklığındaki artış suların buharlaşmasını arttıracak böylelikle yağmur ve doğal sel felaketleri ile sıklıkla karşılaşılacaktır [10].

1.2.2. Asit Yağmurları

Kömür ve petrol başta olmak üzere yakılarak enerji elde edilmeye çalışılan gibi fosil yakıtlardan havaya karışan kükürt dioksit, azot oksitler ve karbon gazları yükselerek havaya karışmakta ve yağmur damlaları ile birleştirilerek sırayla sülfürik asit, nitrik asit ve karbonik asit oluşturmaktadır. Sonrasında ise yağmur olarak tekrar yeryüzüne inmektedir. Bu durum ise dünyanın ekolojik dengesi üzerindeki büyük bir tehdittir [9]. Zararlı kimyasalların asit yağmurlarıyla yeryüzüne gelmesi sadece insan yaşamı veya ormanları değil aynı zamanda ulaşım hatları binalar ve tarihsel kalıntıları da aşındıracaktır [10].

1.2.3. Nükleer Atık

Nükleer enerji santrallerinin 40 ila 50 yıl arasında üretebileceği atık miktarı yaklaşık olarak 200 m³ civarındadır. Nükleer enerjiden kaynaklanan radyoaktif atıklar gelişmiş kontrollü atık depolama sistemleri sayesinde çevreye minimum düzeyde tehlike yaratmaktadır. Ayrıca diğer fosil kaynakların ortaya çıkardığı sera etkisi ve asit yağmurlarına sebep olacak bir yan ürün veya atık çıkarmamaktadır. Buna ek olarak, atıkların transferi ve korunması konusunda her zaman uzun yıllar boyunca oldukça dikkatli olunmalı ve önlemler hiçbir şekilde aksatılmadan yerine getirilmelidir [9].

1.3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Kaynağından alınan enerjiye eşit oranda veya kaynağın tükenme hızından daha hızlı bir şekilde kendini yenileyebilen enerji kaynaklarına yenilenebilir enerji kaynağı denir. Güneş enerjisi ile çalışan bir araç düşünüldüğünde cihaz enerjiyi kullanarak tüketir fakat bu rakam ile toplam güneş enerjisi karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Birçok yenilenebilir enerji kaynağı olmasına karşın en yaygın olarak kullanılan ve bilinenleri güneş enerjisi ve rüzgar enerjisidir. Yenilenebilir enerji kaynaklarını fosil yakıtlardan farklı olarak tesisler, hayvanlar ve insanlar tarafından kalıcı olarak tüketilemez ve sürekli olarak kaynaklar yenilenir. Fosil yakıtlara bakıldığında yenilenme durumu söz konusudur fakat süre anlamında oldukça fazla zaman almaktadır.

Özetle yenilenebilir enerji ortaya çıkışında doğal süreçlerin rol oynadığı kaynakların tükenme hızından çok daha hızlı bir sürede kendini yenileyebilen enerji kaynakları olarak tanımlanmaktadır. Fosil yakıtlarla kıyaslandığında çevreye zararı yok denebilecek kadar az olan yenilenebilir enerji kaynaklarına karşı günümüzde sempati büyümektedir [11].

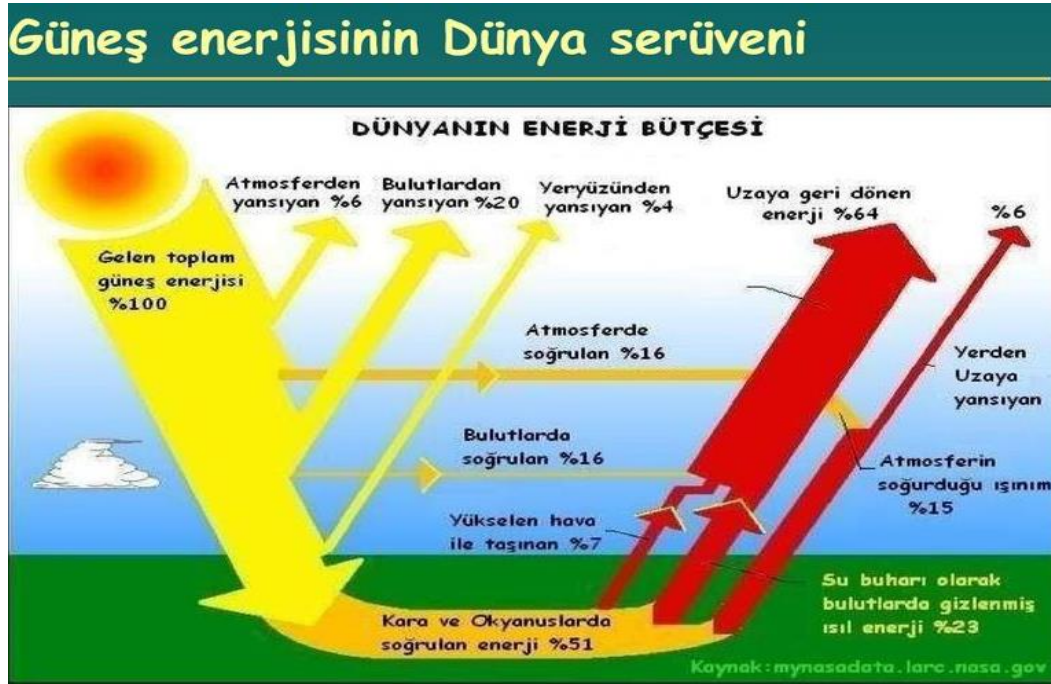
Yaşamın devam etmesi ve ihtiyaçların karşılanması adına enerji mecburi bir gerekliliktir. Sürdürülebilir ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynakları yerli kaynakların kullanılması ve dışa bağıllığı azaltmak açısından da oldukça önemlidir. İstihdamı arttıracacağı gibi fosil yakıtların ulaşamadığı hava ve arazi şartları için enerji kaynağı sağlar [11].

1.3.1. Güneş Enerjisi

Güneş kütlelerinin yaklaşık %90'ı hidrojenidir. Hidrojenlerin birleşerek helyuma dönüşmesi ve bu süreçte yaşanan kütle kaybı güneş enerjisi olarak karşımıza çıkmaktadır. 5500 derecelik yüzey sıcaklığı ve 15,6 milyon çekirdek sıcaklığı ile Güneş, hidrojeni helyuma dönüştüren sürekli bir füzyon reaksiyon reaktörü görevi görür.

Güneş'in yaydığı enerjinin yalnızca 2,2 milyarda biri onu Dünya'ya ulaşır, ancak bu enerji yaşam için gereklidir. Güneşin yaydığı enerjisinin şiddeti, yaklaşık olarak 1370 W/m² olarak ölçülmektedir. Dünya atmosferi sayesinde engele uğrayan enerjiden 0-1100 W/m² kadarı yeryüzüne ulaşabilir [12].

Teknolojik gelişmenin hızlanmasıyla birlikte, tepkimeler sonucu üretilen güneş enerjisinin dünyamıza hayat vermesi gibi, güneş de artık elektriğin yaratılmasında kullanılabilir hale gelmiştir. Güneş'in kütlesi saniyede 4 milyon ton hızla enerjiye dönüşür. Güneş gezegenimiz için bitmeyen bir enerji kaynağıdır çünkü milyonlarca yıldır radyasyon yaymaya devam edecektir [12]. Güneş enerjisinin dünyamız üzerindeki etkilerinin de görüldüğü serüven Şekil 1.4'de verildiği gibidir.

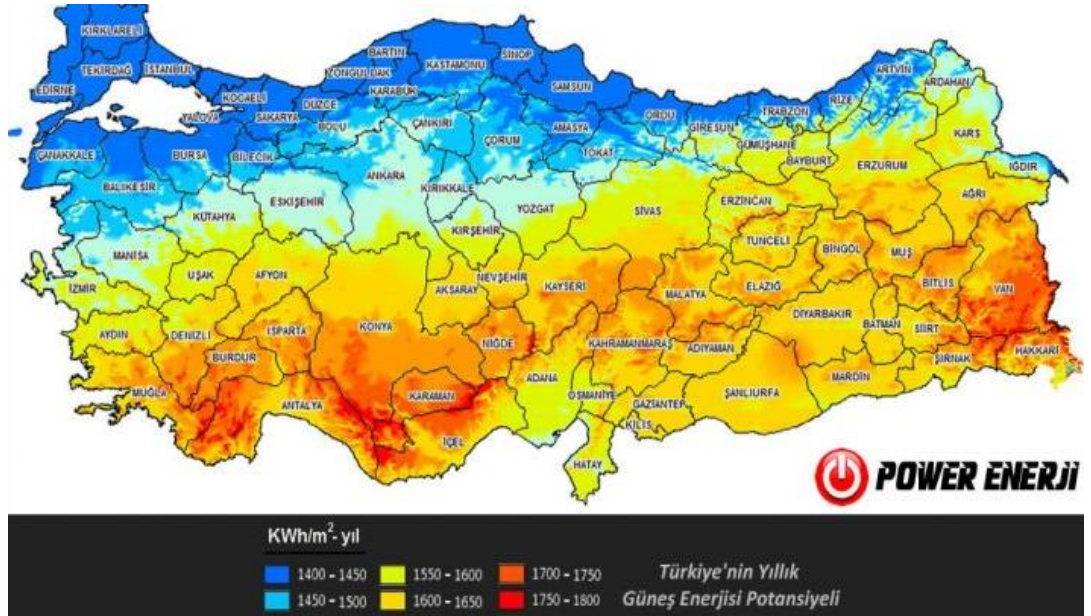


Şekil 1.4. Güneş enerjisinin dünya serüveni [12].

Güneş enerjisi, ısınma ve elektrik enerjisi üretiminde de kullanılabilen birçok avantajı vardır. Yerel kullanımlar için uygun ve temizdir. Dışarıdan hiçbir şeye bağımlı olmadığı için potansiyel ekonomik krizlerden etkilenmez ve enerjiye ihtiyaç duyulan hemen hemen her yerde kullanılabilir. Operasyonların maliyeti inanılmaz derecede düşüktür.

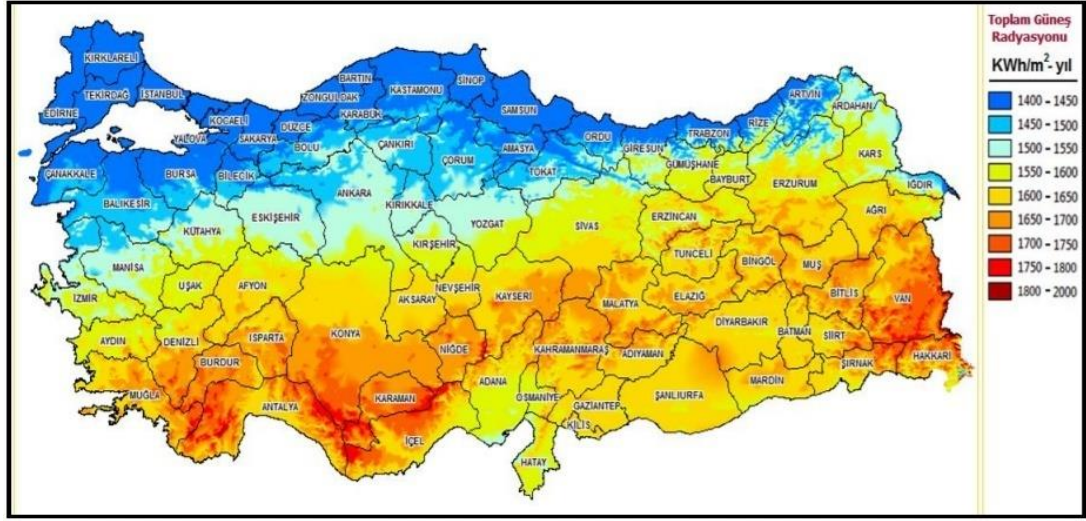
Güneş enerjisinin avantajlarına ek olarak bazı dezavantajları da mevcuttur. Enerji ihtiyacının yüksek olduğu ve geceleri hiç olmadığı için kış aylarında sınırlı güneş enerjisi temin edilebilir. Belli zaman aralıklarında var olduğu için ısı depolaması gereklidir ancak uygun fiyatlı pek fazla seçenek yoktur. Güneş enerjisinden yararlanan sistemlerin sürekli güneş alabilmesi için ortamın açık olması ve gölgelenmemesi gerekir.

Güneş ışınlarının miktarı güneş enerjisinin avantaj ve dezavantajlarını incelerken dikkat edilmesi gereken hususlardandır. Şekil 1.5’de Türkiye’ye ait güneş enerjisi potansiyelinin detaylı bir gösterimi harita üzerinde verilmiştir.



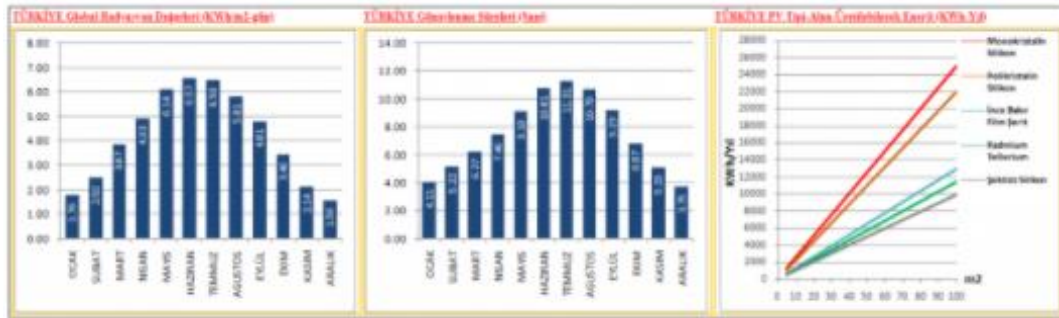
Şekil 1.5. Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli [13].

Buna ek olarak güneş enerjisinin neden olduğu radyasyon miktarı ve yoğunluğu da Şekil 1.6’da yer verilmiştir.



Şekil 1.6. Türkiye'nin toplam güneş radyasyonu [13].

Türkiye'deki ışınlam şiddetleri, güneşlenme süresine göre üretilebilecek enerji miktarları Şekil 1.7'de verilmiştir.



Şekil 1.7. Türkiye'nin üretilebilecek enerji miktarları [13].

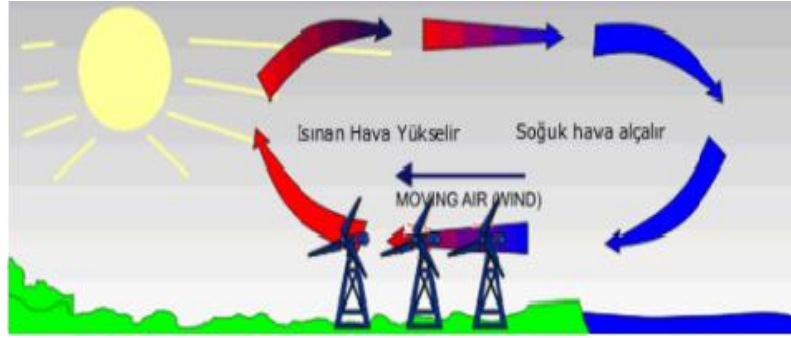
Türkiye'nin yaz ve kış mevsimlerinin her biri ortalama 3,5 saat güneş ışığına sahiptir. Kışın günde 2.000 W/m²'in altına inebilmektedir. Yaz mevsiminde ise bölgesel olarak günde 5.500 W/m²'yi de aşabilmektedir. Bu rakamlarda güneş pillerinin, doğru açıyla konumlandırılmış olması enerji kapasitesi açısından kıymetlidir. Türkiye ortalaması %15 güneş pili verimliliği ile günde 3.500 W/m² olarak hesaplanmıştır. Sürdürülebilirlik açısından, güneş enerjili sistemler rüzgar enerjisi ile birlikte artık en ucuz ve en kullanışlı sistemlerden biridir [13]. Rüzgâr ve güneş enerjisinin birlikte kullanıldığı hibrit bir enerji üretim sistemi örneği Şekil 1.8'de verilmiştir.



Şekil 1.8. Elektrik üretiminde kullanılan rüzgâr ve güneş hibrit enerji sistemi örneği.

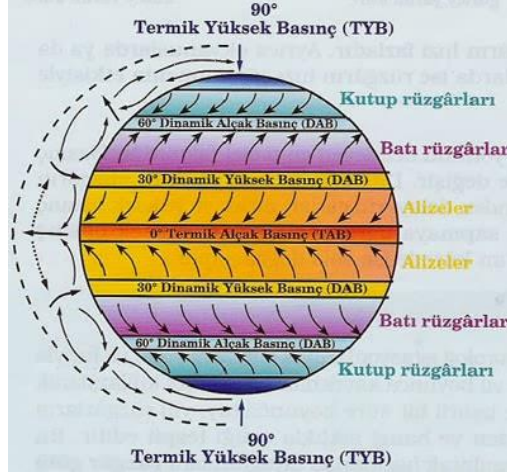
1.3.2. Rüzgâr enerjisi

Güneş ışınımının bir sonucu olarak gezegenin yüzeyinde farklı sıcaklıklar, basınçlar ve nem seviyeleri gelişir. Bunlar da Dünya'nın düzensiz ısınmasına ve soğumasına katkıda bulunur. Dünya'nın çeşitli ısıtma ve soğutmasının getirdiği kuvvetler ise hava hareketlerine neden olur. Hava hareketleri ve akımıyla meydana gelen rüzgarın ne şekilde enerji elde edildiğine dair açıklayıcı bir görsel Şekil 1.9'da verilmiştir.



Şekil 1.9. Rüzgârın rüzgâr enerjisine dönüşümü.

Bir hava kütlesi halihazırda olduğundan daha fazla ısındığında atmosfere yükselir ve bunun yerine eşdeğer miktarda soğuk hava kütesinin yerleşmesine neden olur. Rüzgar, bu hava kütlelerinin hareketidir. Güneş rüzgar enerjisinin kaynağıdır ve rüzgar enerjisi, güneş enerjisinin %1 ila %2'sinden üretilir [14]. Yeryüzünde meydana gelen basınç ve rüzgar kuşakları Şekil 1.10'da verildiği gibi görselleştirilmiştir.



Şekil 1.10. Yeryüzünün basınç ve rüzgâr kuşakları [14].

Kutuplar ve Ekvator arasındaki ve dinamik yüksek basınç kayışlarından dinamik alçak basınç kayışlarına kadar olan hava akımları (sürekli rüzgarlar) enerji üretimi için önemlidir, ancak kara ve deniz, dağlar ve vadiler arasındaki hava akımlarına dayanan durgun ve yerel rüzgarlar da önemlidir. Yüksek basınçlı yerlerden düşük basınçlı alanlara yönlendirilen hava hareketinde veya hava kütlelerinde dalgalanan bir kinetik enerji potansiyeli vardır. Doğrudan mekanik güç, dönüştürülmüş güç veya elektrik enerjisi, bu rüzgarın oluşturduğu kinetik enerjisinden yani rüzgar enerjisi çiftliklerinden üretilir [15]. Rüzgar enerjisi çiftliklerine bir örnek olarak Şekil 1.11'deki görsel verilmiştir.



Şekil 1.11. Bir arazide konumlandırılmış rüzgâr enerjisi çiftliği [16].

Rüzgâr enerjisi çiftliği tarafından üretilen elektrik, her rüzgar türbini için belirlenmiş bir rüzgar hızında maksimum değerine ulaşır. Bu rüzgar hızı nominal hız olarak adlandırılır ve bu en yüksek güç nominal güç olarak adlandırılır. Rüzgar türbinleri, sistem hasarını önlemek için belirli bir rüzgar hızından sonra otomatik olarak durma konumuna getirilir. Sistemin kesme hızı, en yüksek hızı olarak adlandırılır [17].

1.3.3. Jeotermal Enerji

Dünya'nın iç ısı jeotermal enerji olarak adlandırılabilir. Bu ısı, termal enerjinin Dünya'nın merkezindeki sıcak bölgeden yüzeye aktarılması ve bir rezervuarda su ve diğer buhar türleri olarak depolanmasıyla oluşur. Jeotermal kaynaklar sınırsızdır ve kendini yenilemektedir. Çevreye zarar vermeyen veya hava kirliliği oluşturmayan bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji kaynakları üç önemli bölümden oluşmaktadır. Bunlar arasında ısı kaynağı, ısıyı aşağıdan yer üstüne aktaran madde ve su sirkülasyonunu sağlamak için yeterli kayaç geçirgenliği bulunur [18].

Günümüzde kullanılmakta olan jeotermal kaynaklarının yaklaşık %10'u buhar ağırlıklı kaynaklar, %60'ı su ağırlıklı kaynaklar ve %30'u sıcak su ağırlıklı kaynaklardır. "Jeotermal alan" terimi, jeotermal aktivitenin görülebildiği dünya yüzeyinin alanını ifade eder; "jeotermal sistem" terimi, tüm yeraltı hidrolik sistemini ifade eder ve "jeotermal rezervuar" terimi, aktif jeotermal sistemin sıcak, geçirgen kısmını ifade eder. Jeotermal rezervuarlar sıcaklığı 150°'den düşük olduğu düşük, yüksek olduğunda yüksek sıcaklıklı sistemlerdir [19].

Elektrik üretimi, ısıtma sistemleri ve endüstriyel faaliyetlerin tümü jeotermal enerji kullanır. Bir jeotermal kuyu, birçok biçimde buhar ve sıvı su üretebilir. Buhar ağırlıklı sistemlerle karşılaştırıldığında, sıvı ağırlıklı sistemler çok daha yaygındır. Bu nedenle, tüm jeotermal elektrik sistemlerini oluşturan tek bir güç döngüsü tanımlanamaz [21].

Bu enerji santralleri, aşırı ısıtılmış buhar üretebilen jeotermal kaynakların içine inşa edilmiştir. Elektrik, doğrudan jeotermal kaynaktan buhar türbinine gönderilen buhar tarafından üretilir. Kondenser kullanılmayan buhar çevrimi, en basit ve uygun

maliyetli jeotermal çevrimdir. Bu döngüde, bir türbin jeotermal kuyunun buharını daha sonra atmosfere salınan bir gaza dönüştürür. Türbin çıkışı hızla atmosfere maruz kaldığından buhar türbinden atmosferik basınçta çıkar. Jeotermal buhar atmosfere salındığı için ekosistemi kirletebilir. Kondenser, türbin çıkışındaki hava basıncından daha düşük bir basınç oluşturur [19].

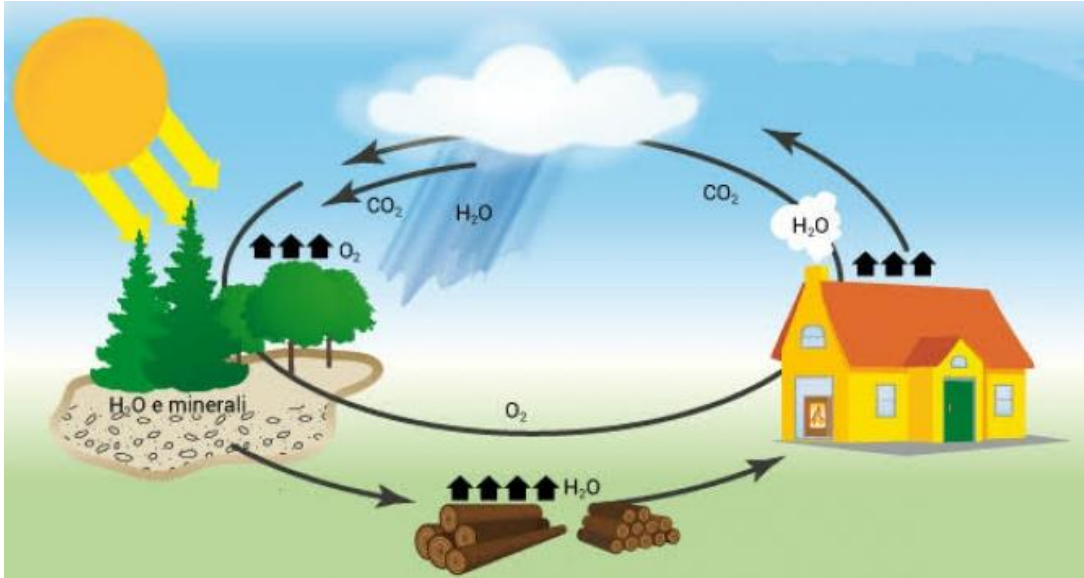
Jeotermal sıvının yeraltından alındığında tamamen buhar fazında olması sıklıkla rastlanan bir durumdur. Tipik olarak, bir su-buhar karışımı, çıkarılan jeotermal sıvı olarak düşünülen şeydir. Bu durumda sıvının buhar içeriği yeterince yüksekse, buhar sıvıdan ayrılır ve türbine yönlendirilir. Sıvı ise yeraltına enjekte edilir. Buharın az olduğu veya hiç olmadığı durumlarda sıvı püskürtülerek buhar üretilmesi amaçlanmıştır. Püskürtmeden sonra, çift fazlı sıvı bir ayırıcıya gönderilir. Ayırıcıdan çıkan su yeraltına geri yönlendirilirken, ayırıcıdan gelen buhar bir buhar türbininden geçirilir. Püskürtme prosedürü, jeotermal sıvının sıcaklığı yüksek olduğunda birden çok kez gerçekleştirilebilir. İlk püskürtmeden sonra elde edilen sıvının basıncı veya sıcaklığı hala yüksekse, sıvı ikinci bir püskürtme odasına tekrar püskürtülür. İkinci jetin ürettiği buhar, birinci jetin ürettiği buhardan daha düşük bir basınca sahip olduğundan, türbin daha düşük basınç aşamaları için kurulabilir veya döngüye ikinci bir türbin eklenebilir [21]. Jeotermal enerjinin üretiminin yapıldığı jeotermal enerji santraline Şekil 1.12’de bir örnek verilmiştir.



Şekil 1.12. Jeotermal enerji santrali [21].

1.3.4. Biyokütle Enerjisi

Enerjiye olan ihtiyaç, sanayileşme ve hızla büyüyen nüfus ile artış göstermiştir. Çevre kirliliği yaratmadan enerjiyi sorunsuz bir şekilde tedarik etmek için kullanılacak kaynaklardan birisi de biyokütle enerjisidir. Özellikle kırsal alanlarda tükenmez, erişilebilir ve sosyoekonomik kalkınmaya yardımcı olan biyokütle enerjisi, uygun ve önemli bir enerji kaynağı olarak kabul edilir. Biyokütle kaynakları arasında mısır ve buğday gibi özel olarak yetiştirilen bitkiler, otlar, algler, deniz yosunu, hayvan dışkısı, gübre, endüstriyel atıklar ve evlerden atılan tüm organik atıklar bulunur [22]. Petrol, kömür ve doğal gaz gibi enerji kaynaklarının sınırlı mevcudiyeti ve bunların neden olduğu kirlilik nedeniyle, biyokütle kullanımı enerji krizine çözüm bulmak için giderek daha önemli hale geliyor. Biyokütle tipik olarak fotosentez yardımıyla güneş enerjisini depolayan vejetatif canlılar olarak adlandırılır ve bitkilerin ve diğer canlıların kökeni olarak ortaya çıktığı düşünülür. Herhangi bir zamanda bir türe veya birkaç türden oluşan bir topluma ait tüm canlıların toplam kütlesine biyokütle de denilebilir [22]. Güneş enerjisinin de oldukça önemli katkısı bulunan bitkisel döngüye Şekil 1.13’de yer verilmiştir.



Şekil 1.13. Bitkisel döngü [23].

Fotosentez enerji sağlayan organik maddeler oluştururken, tüm canlı organizmaların nefes alması için gerekli olan oksijeni de atmosfere salar. Organik bileşiklerin yanması sonucu üretilen karbondioksit, bu maddelerin sentezi sırasında atmosferden zaten uzaklaştırıldığından, biyokütleden enerji üretimi sırasında çevre karbondioksit açısından korunacaktır. Bitkiler, besin kaynağı olarak hizmet etmenin yanı sıra yenilenebilir, ekolojik açıdan faydalı enerji kaynaklarıdır. Bitkiler, yandıklarında atmosfere çeşitli zehirli gazlar salmalarına neden olan kimyasal dönüşümlere maruz kaldıklarından, fosil yakıtlardan milyonlarca yıl daha uzun süre yeraltında kalırlar. Gerçekte, biyokütle yukarıda açıklananlarla aynı özelliklere sahiptir. Ek olarak, milyonlarca yıldır biriken ve küresel ısınmaya neden olan bu birikimin hızla yanması, atmosferdeki karbondioksit dengesini bozar [23]. Biyokütle enerjisinin bitkisel döngüsüne ait görsel Şekil 1.14’de verilmiştir.



Şekil 1.14. Biyokütle enerjisinin bitkisel döngüsü [23].

Enerji üretmek için fosil yakıtların kullanılmasının çevre için kötü olduğu iyi bilinmektedir. Herhangi bir yeni enerji kaynağı hem çevresel etkisi hem de verimliliği açısından değerlendirilir. Küresel çevre sorunları, kullanılan enerji miktarı, özellikle yüksek kükürt ve diğer tehlikeli içerik seviyelerine sahip fosil yakıtların kullanımı ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. Fosil yakıtlar tarafından üretilen ve atmosfere salınan CO₂, SO₂ ve NO_x dahil tehlikeli gazlar, geçen yüzyılda küresel enerji tüketimi ile aynı oranda artmış ve bu da 17 kat artmıştır [24]. Biyokütlenin bölgesel ve çağdaş yönetimi ile özellikle enerji hatlarından uzak yerlerde kendi kendine yeterli enerjiyi üreten ve elde eden konut toplulukları kurmak mümkündür. Biyoenerji konusu, özellikle kırsal

bölgelerde istihdam olanakları yaratma açısından mükemmel bir seçimdir, çünkü biyokütleden elektrik üretimi daha fazla tarımsal çalışma gerektirir. Bu yöntemi kullanarak, gelişmekte olan ülkelerin karşılaştığı temel sorunlardan biri olan kırdan kente göçü durdurmak da mümkün olabilir. Çok kurak bölgelerde biyokütle yetiştirmek, daha önce kullanılmayan toprakları kullanmak ve kırsal alanların ekime uygunluğunu değerlendirmek için çok önemlidir [21, 25].

1.3.5. Hidrolik Enerji

İnsanlar tarafından zamanın başlangıcından itibaren en sık kullanılan yenilenebilir enerji kaynağı hidrolik enerjidir. Hidrolik enerji, doğal su döngüsü ile oluşturulur ve diğer birçok enerji kaynağı gibi güneşten elde edilir. Nehirler, göller ve denizler gibi yeryüzündeki büyük su kütleleri, güneş onları ısıttığında buharlaşan su içerir. Su buharları rüzgarın direnciyle hareket eder ve atmosfere bağlı olarak kar veya yağmur şeklinde yoğunlaşır. Akarsular da yağmurlardan beslenir. Hidrolik enerji suyun hareketidir. Bu döngüde suyun taşıdığı enerji kendini yenileyen bir enerjidir [26]. Su çevrimine ait bir görsel Şekil 1.15’de verildiği gibidir.



Şekil 1.15. Su çevrimi [26].

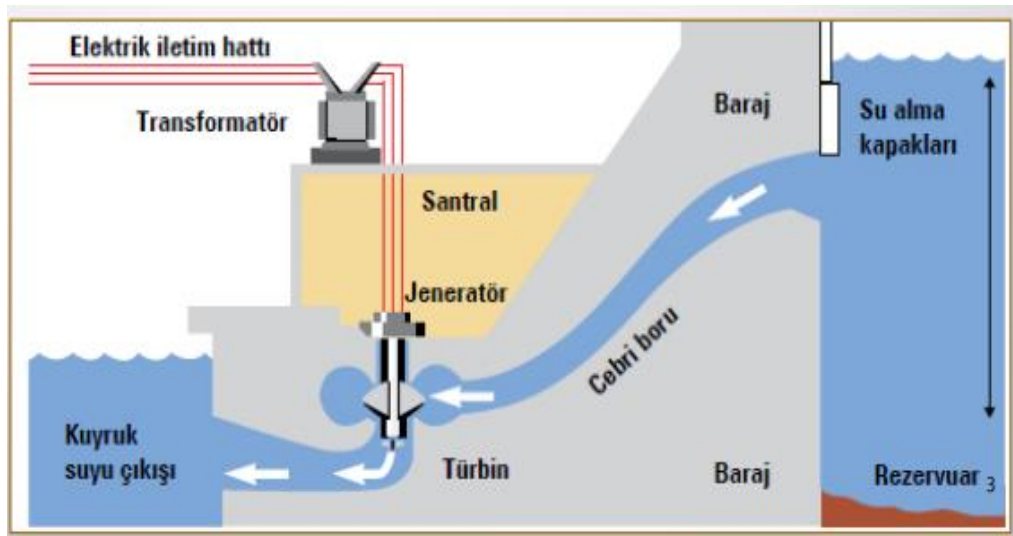
Hidroelektrik enerji; önce belirli bir yükseklikten akan suyun mekanik enerjisini bir türbine çevirerek ve türbin miline bağlı jeneratörü döndürerek enerji üretilir.

Hidroelektrik santraller, elektrik üretmenin ve içme suyu sağlamanın yanı sıra öncelikle su ürünleri yetiştiriciliği, taşkın riskinin azaltılması ve tarım alanlarının sulanması için de kullanılmaktadır. [26]. Hidroelektrik enerjinin işlendiği santrallere bir örnek Şekil 1.16’de verildiği gibidir.



Şekil 1.16. Hidroelektrik enerji santrali [27].

Suyun hareketi ile çalışan hidroelektrik santrallerinin çalışma prensibi açıklayıcı olarak Şekil 1.17’de gösterilmiştir.



Şekil 1.17. Hidroelektrik enerji santrali çalışma prensibi [27].

1.3.6. Hidrojen Enerjisi

Doğada en bol bulunan elementlerden biri olan hidrojen, oksijenle yakıldığında emisyon üretmeyen bir tür temiz enerji olan hidrojen enerjisine dönüştürülür. Evrendeki en basit ve en yaygın element hidrojendir. Bir protonu vardır ve periyodik tablonun en üstünde bulunur. Neredeyse evrensel olarak mevcut olmasına rağmen, su gibi diğer elementlerle birlikte elde edilebilir ve yararlı bir enerji kaynağı olmak için hidrojenin dönüştürülmesi gerekir. Hidrojen, metanol, propan, benzin ve doğal gaz dahil olmak üzere yakıtların yapı taşları olan hidrokarbonlar gibi çeşitli organik maddelerde bulunabilir [28].

Hidrojen gazının kendine özgü özellikleri kokusuzluğu, tatsızlığı ve görünmezliğidir. Gaz halinde olduğunda yakıt olarak yakılabilir. Patlayıcı enerji ve güç uzay aracı ve roket üreten güç hücrelerinde tutulabilir. Son derece güçlü, yanıcı ve uçucudur. Donmuş veya basınçlı hava kaplarında hidrojen gazı olarak tutulabilir.

Oldukça büyük miktarda hidrojen, büyük miktarda depolama alanı gerektirir. Bu, moleküllerin birbirinden çok uzak olması, gazın hafif olması ve hızlı yayılmasının bir sonucu olarak ortaya çıkar. Hidrojen gazı reaksiyona girdiği her elementten izole edilmesi gerektiğinden maliyetli ve karmaşık işlemler gerektiren bir yakıttır. Hidrojen gazı üretmek için maliyetli ve zahmetli prosedürlere ihtiyaç vardır [28].

Hidrojen üretim yönteminde, işleme aracı olarak bir reformer kullanılır. Buhar ve hidrokarbon yakıtlar, reformcudaki hidrojen üretmek için çok yüksek sıcaklıklarda etkileşime girer. Günümüzde buhar reformu işlemi, hidrojen gazının %90'ından fazlasını üretmek için kullanılmaktadır.

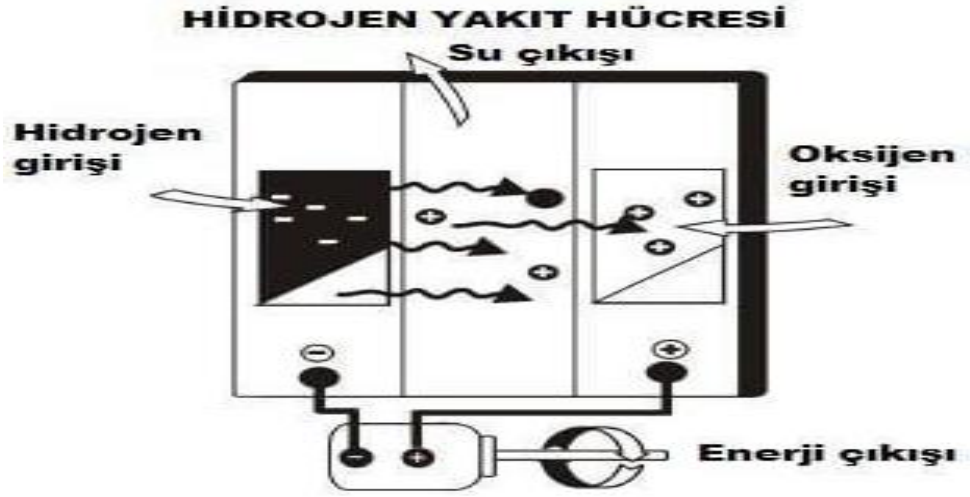
Doğru akım (DC), elektroliz yoluyla kimyasal reaksiyonu başlatmak için kullanılacak bir araçtır. Hidrojen üretirken elektroliz, suyu hidrojen ve oksijen olmak üzere iki ana bileşene ayırmak için bir elektrik akımı kullanır. Elektroliz işleminde gereken gücü üretmek için petrol, doğal gaz, kömür ve diğer fosil yakıtların yanı sıra hidrokarbonlar da kullanılabilir [29]. Temiz Enerji Araştırma Enstitüsünün paylaştığı, hidrojen enerji sisteminin özetleyen şema Şekil 1.18'de verildiği gibidir.



Şekil 1.18. Hidrojen enerji sistemi [29].

Gübre, gıda işleme, metal işleme ve petrol arıtma üretiminde kullanılabilir. 1950'lerde Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) sıvı hidrojen kullanmaya başlamıştır. Uzay aracındaki elektrik sistemleri, NASA sayesinde hidrojen yakıt hücreleriyle güçlendirilmiştir [29]. Hidrojen ve oksijen atomları, hidrojen yakıt hücrelerinde güç oluşturmak için birleştirilir. Benzinle çalışan bir içten yanmalı motora kıyasla, bir yakıt hücresi iki ila üç kat daha verimlidir.

Dizüstü bilgisayarlar, cep telefonları ve askeri uygulamaların tümü küçük yakıt hücrelerinde çalışabilir. Hidrojen ile çalışıp elektrik enerjisi üreten yakıt hücresinin çalışma prensibini anlatan bir görsele Şekil 1.19'de yer verilmiştir.

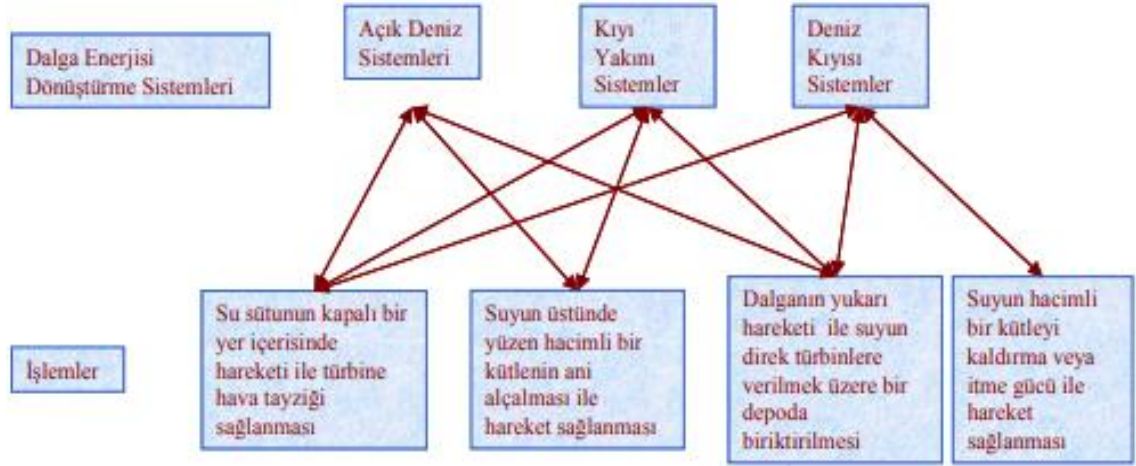


Şekil 1.19. Hidrojen yakıt hücresi [30].

Bir yakıt hücresi kullanmak, hidrojeni oksijene dönüştürmenin en etkili yoludur. Kimyasal enerji, bir yakıt hücresi tarafından elektrik enerjisine dönüştürülür. Hidrojen ve oksijen, bir yakıt hücresinin içindeki elektrokimyasal bir işlemde etkileşime girebilir. Sonuç olarak ısı, su ve elektrik üretilir. Bir elektrokimyasal reaksiyonun ürettiği enerjiyi kullanılabilir elektrik enerjisine dönüştürdükleri için yakıt hücreleri neredeyse piller gibidir. Anot terminali negatif yüklüdür ve katot terminali bir yakıt hücresinde pozitif yüklüdür. Bu elektrotları bir zar ayırır. Anotta hidrojen gazı protonlara ve elektronlara dönüştürülür [30].

1.3.7. Dalga Enerjisi

Dünya yüzeyinin çeşitli ısı değişiklikleri sonucu su yüzeyinde esen rüzgarların ürettiği deniz dalgaları, diğer yenilenebilir enerji kaynakları tarafından üretilenlerden daha fazla güce (10-15 kat daha fazla) sahiptir [31]. Eğer biri onu kullanabilirse, bol miktarda bulunur ve çoğu ulusun yapabileceği kadar yaygındır. Yüzeyin güneş enerjisi kullanımında faydalı olduğu göz önüne alındığında, ideal koşullar altında 1 kW güç üretmek 10 metrekarelik bir yüzey alanı gerektirir [32]. Deniz Dalgasının Enerjiye Dönüştürülmesi Dalga enerji dönüştürücülerinde genel olarak Şekil 1.20'de verildiği gibidir.



Şekil 1.20. Dalga enerjisi için mevcut sistemler ve işlemler.

Dalga enerji dönüştürücülerinde genel olarak Şekil 1.22’de özetlenen sistemler ve işlemler kullanılmaktadır. Sınırsız ve tükenmez doğası nedeniyle asit yağmurunu, küresel ısınmayı ve fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmaya yardımcı olabilir [32]. İşletme sahası açmak, elektrik şebekesi olmayan ücra bölgelere elektrik getirmek, deniz ortamında yapılacak diğer çalışmalarda potansiyel teknolojinin kullanılmasını sağlamak, tuzlu suyu tatlı suya dönüştürmek ve ihtiyaç duyulan alana pompalamak, denizden zenginlik pompalamak gibi alanlara yeni bir yaklaşımdır. Bununla birlikte, deniz dalgasının kullanımı çeşitli kısıtlamalara tabidir [32].

1.4.YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE ÇEVRE

Fosil yakıt bağımlılığı, çevresel kaygılar ve enerji kullanımı, yüksek ithalat maliyetleri ve küresel fosil yakıt rezervlerinin hızla tükenmesi gibi önemli sorunlara sahiptir ve bu da yenilenebilir enerji kaynaklarının ilgi düzeyinin artmasına neden olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynakları, tutarlılıkları nedeniyle sürdürülebilir olmasının yanı sıra, dünyadaki her ulusta buldukları için çok önemlidir. Ayrıca yenilenemeyen enerji kaynaklarına kıyasla çevresel etkileri oldukça azdır. Mevcut teknik ve ekonomik sorunların çözümünde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yüzyılın en önemli enerji kaynağı olacağı kabul edilmektedir. Enerji kaynaklarının ton eşdeğer petrol karşılıkları Çizelge 1.1’de verildiği gibidir.

Çizelge 1.1. TEP: Ton eşdeğer petrol [33].

Enerji Kaynağı	2020 Yılında Minimum		2020 Yılında Maksimum	
	MTEP	%	MTEP	%
Modern Biyokütle	243	45	561	42
Güneş	109	20	355	26
Rüzgar	85	15	215	16
Jeotermal	40	7	91	7
Küçük Hidrolik	48	9	69	5
Deniz Enerjileri	14	4	55	4
Toplam	539	100	1345	100

Güneş enerjisinin kullanımı 3 temel basamaktan geçmek zorundadır. Bunlar:

1. Gelişim ve prototip çalışma
2. Değer üretimi
3. Yaygın ticari üretim

Güneş enerjisi kullanarak bina ısıtma ve soğutma ve elektrik enerjisi üretimi hala aktif süreçlerdir. Günümüzde güneş enerjisi en çok suyu ısıtmak için kullanılmaktadır. Bu tür ısıtma genellikle evlerde, okullarda ve diğer kuruluşlarda kullanılır. Yüzme havuzlarındaki su da bu enerji kullanılarak ısıtılır. Güneş'in çekirdeğinde meydana gelen füzyon işlemi ile açığa çıkan ve hidrojen gazının helyuma dönüşmesiyle sonuçlanan radyant enerji güneş tarafından üretilir [34]. Elverişli coğrafi konumu nedeniyle ülkemiz, diğer birçok ülkeden daha fazla güneş enerjisi potansiyeline sahiptir.

Elektrik İşleri Etüt İdaresi tarafından yapılan bir araştırmaya göre, Türkiye'de ortalama günlük toplam güneşlenme süresi günde 7,2 saat ve yılda 2640 saattir. Yıllık ortalama toplam radyasyon dozu 1311 kWh/m^2 olarak hesaplanmıştır [35]. Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi en fazla güneş ışığına sahip, onu Akdeniz Bölgesi takip ediyor. Türkiye'de güneş enerjisinin en çok kullanıldığı yerler sıcak su ısıtma sistemleridir. Güneş enerjisinin kullanımıyla ilgili çalışmalar, özellikle 1970'lerden bu yana, teknolojideki gelişmeleri ve güneş enerjisi sistemi maliyetlerindeki düşüşleri ortaya çıkardıklarında daha popüler hale gelmiştir. Güneş enerjisi artık çevre dostu bir

enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bina çatılarında yer alan güneş enerjisi toplayıcılarının görsel kirliliği de arttırdığı unutulmamalıdır. [34].

1.5.YENİLEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VE ULUSLARARASI ÇALIŞMALAR

1.5.1. KYOTO Protokolü

Uluslararası siyasette küresel düzeyde iş birliği gerektiren konulardan biri de çevre kirliliği sorunudur. Küresel iklim değişikliği ve hava kirliliği yoğun ilgi gerektiren çevre sorunları arasında yer almaktadır. Bu ilgi ve eğilim sonuçta dünyada kullanılan enerji türlerini ve kullanım oranlarını da etkilemektedir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir parçası olan Kyoto Protokolü, küresel ısınmanın ve enerji kaynaklı sera gazı emiliminin önlenmesi için atılan adımların başında geliyor. Kyoto Protokolü, tüm sera gazlarını kısıtlayan uluslararası bir belgedir [49].

Küresel çevre sorunlarıyla mücadelede uluslararası çevre anlaşmalarının bir araç olarak kullanılmasıyla birlikte bu anlaşmaların nasıl uygulanacağı, devletlerin bu anlaşmalara nasıl uyacağı ve devletlerin uyumsuzluk sorunu ile nasıl başa çıkılacağı gibi konular önem kazanmaya başlamıştır. Uyumsuzluk, anlaşmaların etkinliğini sınırlaması, uluslararası yasal süreçleri zayıflatması, uluslararası istikrarsızlığı ve çatışma riskini artırması nedeniyle önemli bir sorundur. Taraf bir Devletin herhangi bir anlaşmaya uyması; devletin sosyal, kültürel, ekonomik ve siyasi yapısının bir fonksiyonu olarak değerlendirilebilir. Bu bağlamda, çevresel duyarlılığı yüksek, hukuk kurallarına bağlılığı ve uyum kültürü olan, kişi başına düşen geliri yüksek, demokratik bir yönetim yapısı ve güçlü bir idari kapasiteye sahip devletlerin uyum düzeyinin yüksek olması beklenebilir. Emisyon seviyelerine kıyasla emisyonlarını %5,2'ye düşürmeyi taahhüt ettiler. Kyoto Protokolü, 1992 BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında devam eden müzakere sürecinin bir sonucudur [50].

Fosil yakıtların kullanımına ilişkin bu kısıtlamaların bağlayıcılığını kabul etmeyen birkaç ülkeden biri de ABD'dir. ABD ile Çin arasındaki anlaşmazlığın çözülememesi

ve Protokol'e soğuk yaklaşması, Protokol'ü başlangıçta destekleyen bazı gelişmiş ülkelerin birinci taahhüt döneminin sonuna yaklaşırken geri adım atmasına neden oldu. Bu durum, Kyoto Protokolü'nün etkinliğini daha da yitirmesine yol açarak, iklim rejiminde yeni bir anlayış arayışına neden oldu. Zorluklar yaşanırken, Çin, Hindistan ve diğer yeni sanayileşmiş ülkelerde herhangi bir sorun yaşanmadı. Kyoto Protokolü 2012 sonunda sona erdi [51].

Özetlemek gerekirse, Kyoto Protokolü'ne taraf olan ülkeler, sera gazı emisyonlarını 1990 seviyesinin %5 altına indirecek, fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynaklarına yönelecek, daha az enerji tüketen ve enerji tasarrufu sağlayan sistemlere geçiş yapacaktır. Doha'da yapılan toplantıda yapılan değişiklikle protokol 2013-2020 yıllarını kapsayan yeni bir taahhüt dönemine girdi ve 2020 yılında sera gazı emisyonlarını %18 oranında azaltma hedefi kabul edildi. Ancak Protokol'ün temel bir zaafı var: Geri kalan süreçte Protokol'e uyulmaması durumunda verilecek cezanın nasıl olacağı, zorlayıcı yaptırımların ne olacağı hiçbir zaman netlik kazanmadı [52].

Küresel bir anlaşma olmadan karbon salınımını azaltmak mümkün görünmüyor. Bu yüzden Kyoto bir başlangıç noktasıdır. Kyoto Protokolü'ne göre emisyonları 1990 seviyelerine düşürmek mümkün olmasa da iklim değişikliği Protokolü'nün bir son değil, aslında bir başlangıç olduğu söylenebilir. Bu tarihten sonra iklim değişikliği konusundaki uluslararası çabalar da yoğunlaştı. 2011 yılında düzenlenen 17. Taraflar Konferansı'nda oluşturulan "Durban Platformu" ile 2020 sonrası için tüm tarafların katılacağı küresel bir anlaşmanın 12 Aralık 2015'te Paris'te imzalanabileceği kararlaştırıldı [50].

1.5.2. Paris İklim Anlaşması

Tarafların son konferansı olan COP-21, Paris'te düzenlenmiştir. Paris Zirvesi'nde, Kyoto Protokolü'nün bitiş tarihi olarak belirlenen 2020 yılından sonraki dönemi kapsayacak bir anlaşma yapılması öngörülüyordu. 12 Aralık 2015'te Paris Anlaşması, mevcut BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan devletlerin oybirliğiyle kabul edilmiştir. Paris İklim Anlaşması ile uluslararası iklim rejiminde yeni bir dönem başlamıştır. Anlaşmanın tüm ülkeler tarafından oybirliği ile kabul edilmesi ve bir

yıldan kısa bir süre içinde yürürlüğe girmesi, rejimin Kyoto Protokolü dönemine göre çok daha kapsayıcı ve genel kabul gören bir nitelik kazandığını göstermektedir.

Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli, bugünden 2100'e kadar küresel sıcaklığın 4,5 santigrat derece daha yükselebileceğini tahmin ediyor. Devlet başkanları, 2015 yılında atmosfer sıcaklığının 2 derece ile sınırlandırılması, mümkünse 1,5 derecenin altına düşürülmesinin amaçlandığı Paris Anlaşması'nı imzalamıştır. Bu da elbette üretimden tüketime yaşam tarzında köklü bir değişikliği gerektiriyordu. Aksi takdirde dramatik ve tehlikeli sonuçlar kaçınılmaz görünmektedir. Paris Konferansı'nın öncelikli hedefi olan küresel ısınma 2 derecenin altında tutulmazsa, sıcak hava dalgalarının özellikle nemli bölgelerde rekor seviyelere, çok kurak bölgelerde ise daha az, daha sık ve daha fazla kendini göstereceği öngörülüyor olmasıdır. Paris Anlaşmasını 197 ülke imzalarken, Türkiye'nin de aralarında bulunduğu 8 ülke anlaşmayı şu ana kadar onaylamamıştır. Anlaşmaya göre her ülke bir eylem planı belirleyecek ve küresel ısınmanın kontrol altına alınmasına katkısını düzenli olarak raporlaması gerekmektedir. Paris İklim Anlaşması, dünya ekonomik sisteminin bugün olduğu gibi devam edilmemesi gerektiğini belirten bir anlaşma olarak yorumlanmaktadır [53].

Paris İklim Anlaşması'nın sekiz özelliği ile dikkat çekmektedir. Bunlar [54];

- ❖ Siyasi bir anlaşma olan Kopenhag Anlaşması'ndan farklı olarak hukuken bağlayıcı bir belgedir.
- ❖ Küreseldir. Sadece Kyoto Protokolü'nün azaltma hedefleri gibi gelişmiş ülkeler için değil, aynı zamanda küresel emisyonların artan payından sorumlu olan gelişmekte olan ülkeler için de geçerlidir.
- ❖ Tüm ülkeler için aynı temel yükümlülükleri belirtir. Bunu yaparken, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü'ndeki farklılaştırmaya yönelik statik, ek temelli yaklaşımı terk ederek, bir ülkenin koşullarındaki ve kapasitelerindeki değişiklikleri hesaba katan ve farklı amaçlar için farklı işleyen daha kalibre edilmiş bir yaklaşım lehinedir.
- ❖ Kopenhag Anlaşması'ndan farklı olarak, yalnızca 2020'ye kadar olan dönemi ele alan tek seferlik taahhütlerle uzun vadeli esnek bir altyapı kurar.

- ❖ Tarafların toplu ilerlemelerini değerlendirmek ve gelecek beş yıllık dönem için emisyon azaltma planlarını belirlemek için her beş yılda bir masaya döndüğü yinelemeli bir süreci kurumsallaştırır.
- ❖ Zaman içinde giderek daha güçlü bir eylem beklentisi oluşturur.
- ❖ Gelişmiş bir şeffaflık ve hesap verebilirlik çerçevesi oluşturur.
- ❖ Evrensel veya evrensele yakın kabulü yönetiyor gibi görünüyor

1.5.3. Sıfır Enerjili Binalar

Sıfır Enerjili Bina; ısıtma, soğutma, aydınlatma ve diğer tüketimler için çok düşük miktarda enerjiye ihtiyaç duyan ve bu ihtiyacın tamamı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılanan bir binadır. [57].

Sıfır Enerjili Binalar; Çok düşük enerji ihtiyacına sahip olmak ve ihtiyaç duyduğu miktarda enerjiyi yerinde (veya uzakta) yenilenebilir kaynaklardan belirli bir süre üreterek enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji üretimi kavramlarını birleştirir. Sıfır enerjili binalara ulaşmak, tüm dünyada ivme kazanan iddialı ama giderek daha ulaşılabilir bir hedeftir. Son yıllarda özellikle ticari binalar gerek maliyet, gerekse rekabet avantajı ve yasal yaptırımlar nedeniyle Sıfır Enerjili Binaların geliştirilmesine olan ilgiyi artırmaktadır.

Sıfır Enerjili Bina, enerji verimliliği yüksek bir bina olup, ihtiyacı olan enerjiyi şantiye içi ve/veya şantiye dışı yenilenebilir enerji kaynaklarından karşılamaktadır. Ancak Dünya Yeşil Bina Konseyi (WorldGBC), Net Sıfır Karbon tanımını, yıllık bazda salınan karbondioksit emisyon miktarının sıfır veya negatif olması olarak tanımlamaktadır [57].

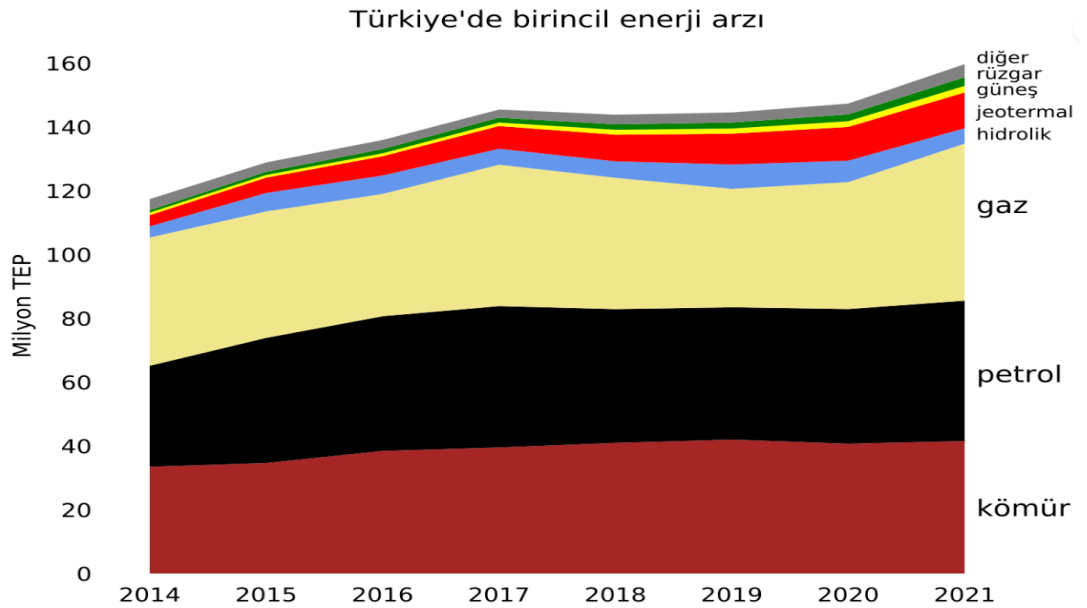
BÖLÜM 2

TÜRKİYE'DE YENİLEBİLİR ENERJİ VE KAYNAKLARI

Bu bölümde Türkiye'de bulunan yenilenebilir enerji kaynaklarının durumu, çevresel etkileri ve yer seçim kriterleri incelenmiştir.

2.1.TÜRKİYE'DEKİ ENERJİ DURUMU

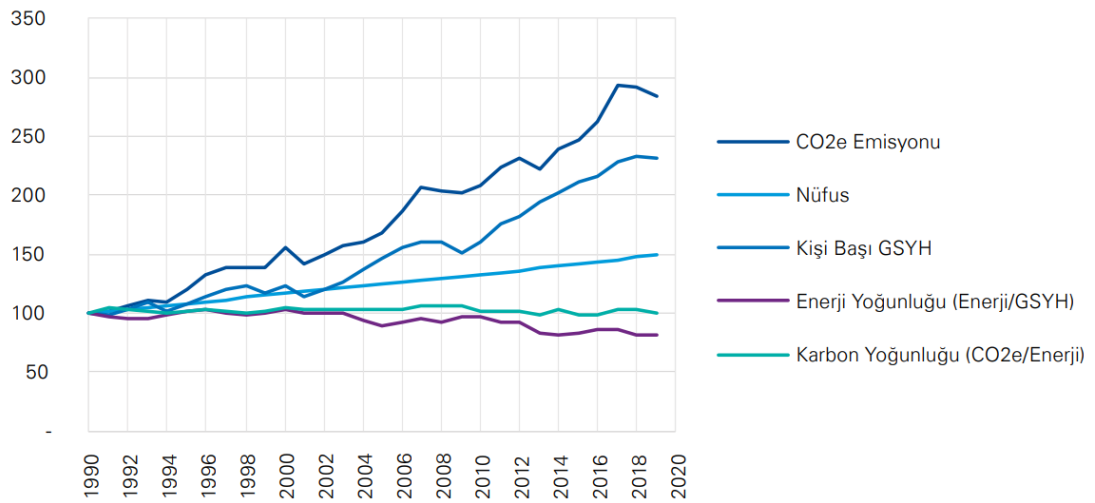
Türkiye özellikle son yıllarda ekonomisini hızla büyütmiştir. Buna paralel olarak enerji tüketimi de aynı hızla artmaktadır. Türkiye'nin son 25 yılı incelendiğinde yıllık birincil enerji tüketimi 55 milyon ton karşılığı petrolden 155 milyon ton petrole yükselmiştir. Bu karşın Türkiye, birincil enerji kaynaklarında dışa bağımlılığı yüksek bir ülkedir [36]. Bu nedenle dış ticaret açığı ve cari işlemler açığı oldukça yüksektir. Küresel enerji fiyatlarındaki gelişmeler Türkiye'nin enerji faturasına ve dış finansman ihtiyacını direkt etkilemektedir. Böyle bir ortamda Türk finansal varlıklar üzerinde fazladan baskı da oluşmaktadır [36]. Yıllara göre Türkiye'de meydana gelen enerji tüketimi Şekil 2.1'de veriliği gibidir.



Şekil 2.1. Türkiye'nin enerji tüketimi [36].

Türkiye her yıl 6 Exajoule tüketmekte olup bu kişi başı 20 Megawatt saat (MW/s)'tan fazladır. Türkiye'de enerji %80 den fazlası fosil yakıtlardan karşılanmaktadır. Yani %31 petrol, %28 doğalgaz ve %27 kömürden oluşmaktadır. Türkiye'nin enerji politikası arasında fosil yakıt ithalatını azaltmak vardır. Enerjinin değişim ve dönüşüme uğramamış haline birincil enerji kaynaklar denilir: petrol, doğalgaz, kömür, hidrolik, nükleer, biyokütle, gelgit- dalga, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi örnek verilebilir. Birincil enerjinin dönüştürülmesi ile ikincil enerji kaynakları elde edilir: Elektrik, motorin, benzin, kok kömürü, petrokok, hava gazı, LPG gibi. Kişi başı enerji tüketimi, dünyada kişi başı 1,87 ton eşdeğer petrol (tep), Türkiye'de 1,59 tep'tür. Kişi başına elektrik tüketimi dünyadaki kişi başı ortalaması 3155 kWh, Türkiye'deki kişi başı ortalaması 3058 kWh'tir. Dünyada ortalama kişi başına Karbon salınımı 4,88 ton/kişi iken Türkiye'de 4,31 ton/yıldır [36].

Türkiye'nin yıllara göre GSYH ve enerji tüketiminin detaylı dağılımını gösteren grafik Şekil 2.2'de verildiği gibidir.



Şekil 2.2. GSYH ve toplam enerji tüketimi [60].

Türkiye'nin enerji politikası, dışa bağımlılığı azaltmak ve milli kaynaklara yönelme yönündedir. Yerli enerji üretimi Türkiye'nin enerjideki en temel politikalarından birisidir ve yenilenebilir enerji kaynakların verimli kullanılması adına yatırımlar yapılmaktadır [36]. Yüksek kalkınma potansiyelinin gerektirdiği enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla son dönemde devlet teşvikleriyle önemli sayıda yerli enerji

yatırımı yapılmıştır. Son 30 yılda kamu ve özel sektör işbirliği alanında 28,8 milyar dolarlık sözleşme imzalanmış ve 9,4 milyar dolarlık yatırım yapılmıştır. Bu yatırımlar ülkenin kurulu enerji kapasitesini genişletmiş olsa da, yabancı kaynaklara bağımlılığın azaltılmasında çok az ilerleme kaydedilmiştir [36].

2.1.1. Elektrik Üretimi

Ülkemizin elektrik enerjisi raporuna göre Eylül 2016 sonu itibarıyla üretim 203,5 milyar kWh, tüketim ise 207,3 milyar kWh olarak gerçekleşmiştir. Ülkemizin son zamanlarda yaşadığı hızlı ekonomik genişleme ile yıllık enerji tüketimi büyüme oranı son 14 yılda ortalama %5,5 olmuştur. 2002'de 132,6 milyar kWh'den 2015'te 265,7 milyar kWh'ye elektrik tüketimi kabaca iki kat artmıştır. Benzer şekilde elektrik enerjisi talebinin de 2013'te %1,6, 2014'te %4,4 ve 2015'te %3,3 artışı görülmüştür [36]. Ülkemiz elektrik enerjisi görünümü Çizelge 2.1'de verildiği gibidir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretimde 2009 yılından bu yana önemli kazanımlar görülmüştür. 2002 yılında 153 GWh seviyelerinden rüzgar ve jeotermal bazlı yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim 2015 sonu itibarıyla 15.271 GWh seviyesine yükselmiştir. [36]

2021 sonu itibarıyla elektrik üretimini 222.623,6 GWh termik santraller, 55.926,8 GWh hidroelektrik santraller ve 56.172,2 GWh diğer yenilenebilir enerji kaynakları oluşturmuştur. Rüzgar ve jeotermal kaynaklardan elde edilen elektrik üretim oranları 1996 yılından günümüze kadar sürekli artarak devam ettiği görülmektedir [59]

Çizelge 2.1. Ülkemiz elektrik enerjisi görünümü (GWh) [59].

TÜRKİYE BRÜT ELEKTRİK ENERJİSİ ÜRETİM-İTHALAT-İHRACAT VE TALEBİNİN YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ																					
Birim(Unit) : GWh																					
ULUSAL ÜRETİM						İTHALAT IMPORTS					İHRACAT EXPORTS					BRÜTTALEP ⁽¹⁾					
YILLAR	TERMİK	HİDROLİK	JEOTER.+RÜZ+GÜN.	TOPLAM	ARTIŞ %	BULGA- RİSTAN	YUNA- NİSTAN	AZERBAIJAN (NAHÇIVAN)	GÜRCİS- TAN	İRAN (TÜRKMENİSTAN)	TOPLAM	BULGA- RİSTAN	GÜRCİS- TAN	AZERBAIJAN (NAHÇIVAN)	İRAN (TÜRKMENİSTAN)	İRAK	SURİYE	YUNA- NİSTAN	TOPLAM	GWh	ARTIŞ %
1996	54.302,8	40.475,2	83,7	94.861,7	10,0	25,7		173,8	16,0	54,6	270,1			71,8	271,3				343,1	94.788,7	10,8
1997	63.396,9	39.816,1	82,8	103.295,8	8,9	1.863,1			459,4	169,8	2.492,3				271,0				271,0	105.517,1	11,3
1998	68.702,9	42.229,0	90,5	111.022,4	7,5	2.317,2			779,2	202,1	3.298,5				298,2				298,2	114.022,7	8,1
1999	81.661,0	34.677,5	101,4	116.439,9	4,9	1.798,4			239,2	292,7	2.330,3				285,3				285,3	118.484,9	3,9
2000	93.934,2	30.878,5	108,9	124.921,6	7,3	3.296,9			204,7	289,7	3.791,3				437,3				437,3	128.275,6	8,3
2001	98.562,8	24.009,9	152,0	122.724,7	-1,8	3.775,5			523,0	280,9	4.579,4				432,8				432,8	126.871,3	-1,1
2002	95.563,1	33.683,8	152,6	129.399,5	5,4	3.445,4			92,7	50,1	3.588,2				435,1				435,1	132.552,6	4,5
2003	105.101,0	35.329,5	150,0	140.580,5	8,6	1.134,5				23,5	1.158,0				401,5		186,1		587,6	141.150,9	6,5
2004	104.463,7	46.083,7	150,9	150.698,3	7,2					463,5	463,5				378,7		765,6		1.144,3	150.017,5	6,3
2005	122.242,3	39.560,5	153,4	161.956,2	7,5				101,1	534,8	635,9				9,3		384,1		1.404,7	160.794,0	7,2
2006	131.835,1	44.244,2	220,5	176.299,8	8,9				40,5	532,7	573,2				106,7		325,7		1.668,8	174.637,3	8,6
2007	155.196,3	35.850,8	511,0	191.558,1	8,7				15,3	215,6	634,4				117,5		14,9		1.237,2	190.000,2	8,8
2008	164.139,3	33.269,8	1.008,9	198.418,0	3,6		29,9		94,0	215,5	450,0				54,3		0,0		911,6	198.085,2	4,3
2009	156.923,4	35.958,4	1.931,1	194.812,9	-1,8				125,3	182,1	504,5				0,0		0,1		1.215,0	194.079,1	-2,0
2010	155.827,6	51.795,5	3.584,6	211.207,7	8,4				156,0	303,2	684,6				0,3		0,0	1.288,1	629,1	210.434,0	8,4
2011	171.638,3	52.338,6	5.418,2	229.395,1	8,6	2.094,1	838,7		329,9	218,6	1.074,5	4.555,8			621,8	0,0	19,4		42,5	230.306,3	9,4
2012	174.871,7	57.865,0	6.760,1	239.496,8	4,4	3.966,8	3,7		277,4	79,0	1.499,8	5.826,7			1,7		12,9		1.234,1	242.369,9	5,2
2013	171.812,5	59.420,5	8.921,0	240.154,0	0,3	4.571,2	173,2		276,7	3,3	2.405,0	7.429,4			0,2	0,1	0,2		421,6	246.356,6	1,6
2014	200.416,6	40.644,7	10.901,5	251.962,8	4,9	5.300,7	4,0		102,7	293,9	2.252,0	7.953,3			0,2	0,9	0,1		785,4	257.220,1	4,4
2015	179.366,4	67.145,8	15.271,0	261.783,3	3,9	4.842,0	8,4		0,0	417,5	1.867,7	7.135,5			1,9	2,2	0,0		371,8	265.724,4	3,3
2016	185.798,1	67.230,9	21.378,7	274.407,7	4,8	4.587,0	68,3		0,0	1.039,3	635,8	6.330,3			3,1	0,0			4,3	279.286,4	5,1
2017	212.138,5	58.218,5	26.920,6	297.277,5	8,3	2.073,0	0,5		493,9	160,8	2.728,3				98,0	0,8			3.204,9	296.702,1	6,2
2018	209.683,5	59.938,4	35.180,0	304.801,9	2,5	2.051,3	10,7		414,9		2.476,9				89,6	105,9			4,4	304.166,9	2,5
2019	175.142,5	88.822,8	39.932,3	303.897,6	-0,3	1.960,6	3,9		247,0		2.211,5				120,7	0,2			2.667,8	303.320,4	-0,3
2020	182.802,6	78.094,4	45.806,1	306.703,1	0,9	1.689,5	30,1		169,9		1.889,5				0,0	315,0			327,6	306.109,0	0,9
2021	222.623,5	55.926,8	56.172,8	334.723,1	9,1	1.059,2	20,3		1.254,9		2.334,5				260,2	162,5			642,0	332.871,2	8,7

. Enerji kaynakları bazında elektrik enerjisi üretimi Çizelge 2.2’de verildiği gibidir.

Çizelge 2.2. Kaynak bazında Türkiye elektrik enerjisi üretimi (GWh) [59].

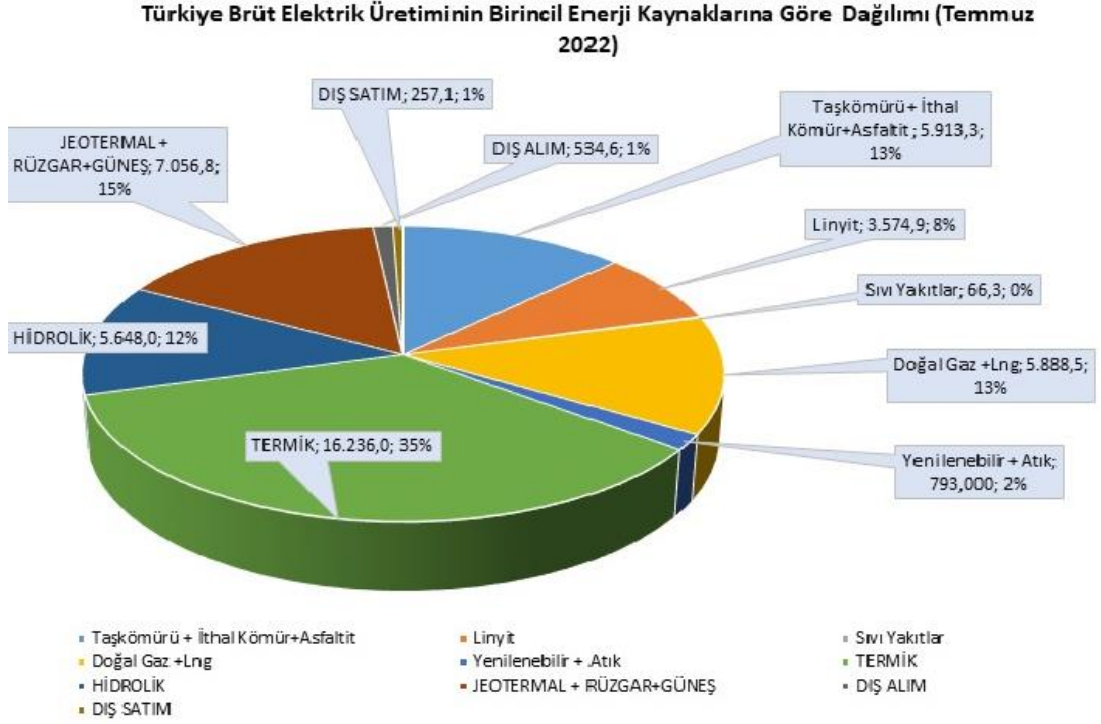
	Birim	2010	2015	2019	2020	2021 (1)	2022 (2)
KURULU GÜÇ	MW	49.524	73.147	91.267	95.891	100.607	102.423
TERMİK	MW	32.182	41.541	46.500	46.309	47.633	47.008
Yerli Kömür	MW	9.161	10.085	11.317	11.336	11.336	11.336
İthal Kömür	MW	3.281	6.064	8.697	8.987	10.307	10.307
Doğal Gaz	MW	18.213	24.945	25.904	25.675	25.733	25.108
Diğer (3)	MW	1.526	446	312	312	258	258
YENİLENEBİLİR	MW	17.342	31.606	44.767	49.582	52.974	55.414
Hidrolik	MW	15.831	25.868	28.503	30.984	31.688	32.228
Rüzgar	MW	1.320	4.503	7.591	8.832	10.100	10.900
Güneş	MW	0	249	5.995	6.667	7.750	8.750
Diğer (4)	MW	191	986	2.678	3.098	3.435	3.536

Türkiye’nin elektrik enerjisi kurulu gücü oranlarına göre, termik santrallerin 2022 sonu itibarıyla ürettiği elektrik 47.0008’dir. Bu oranda kömür bazlı santraller 11.336 ve 10.307’lik payla 2. Ve 3. Sırada yer alırken, ilk sırayı 25.108’lik payla doğalgaz + LNG bazlı santraller takip ediyor [36]. Türkiye’deki elektrik enerjisi üretiminin gelişimi Şekil 2.3’de verildiği gibidir.

	Birim	2010	2015	2019	2020	2021 (1)	2022 (2)
ÜRETİM	GWh	211.208	261.783	303.898	306.703	324.528	334.253
TERMİK	GWh	155.370	177.608	170.518	177.066	210.990	201.796
Yerli Kömür	GWh	40.515	36.180	52.499	43.306	49.722	50.571
İthal Kömür	GWh	14.532	39.986	60.506	62.506	61.759	70.410
Doğal Gaz	GWh	98.144	99.219	57.288	70.931	99.189	80.451
Diğer (3)	GWh	2.180	2.224	336	323	320	363
YENİLENEBİLİR	GWh	55.838	84.175	133.379	129.637	113.538	132.457
Hidrolik	GWh	51.795	67.146	88.823	78.094	53.053	66.867
Rüzgar	GWh	2.916	11.652	21.731	24.828	29.137	30.643
Güneş	GWh	0	194	9.250	10.950	13.211	15.680
Diğer (4)	GWh	1.126	5.183	13.576	15.764	18.137	19.267

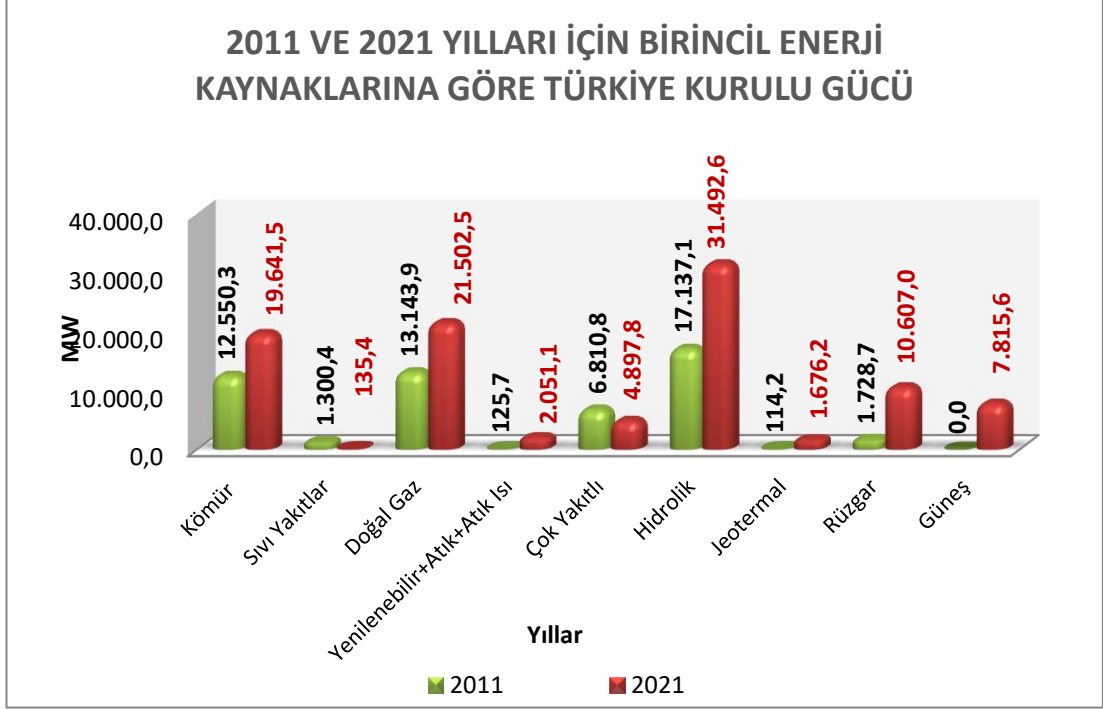
Şekil 2.3. Ülkemiz elektrik enerjisi üretiminin gelişimi [59].

Yenilenebilir enerji de 2022 sonu itibariyle ilk sırayı 66.867 değerle hidrolik santraller yer alırken bunu 30.643 değerle rüzgar enerjisi takip etmektedir. Kaynak bazında Türkiye'nin elektrik enerjisi üretimi Şekil 2.4'deki gibidir.



Şekil 2.4. Temmuz 2022 kaynak bazında Türkiye'nin elektrik enerjisi üretimi [58].

Türkiye elektrik enerjisinin dağılımının 2011 ile 2021 yıllarının karşılaştırılması Çizelge 2.3'de verildiği gibidir.



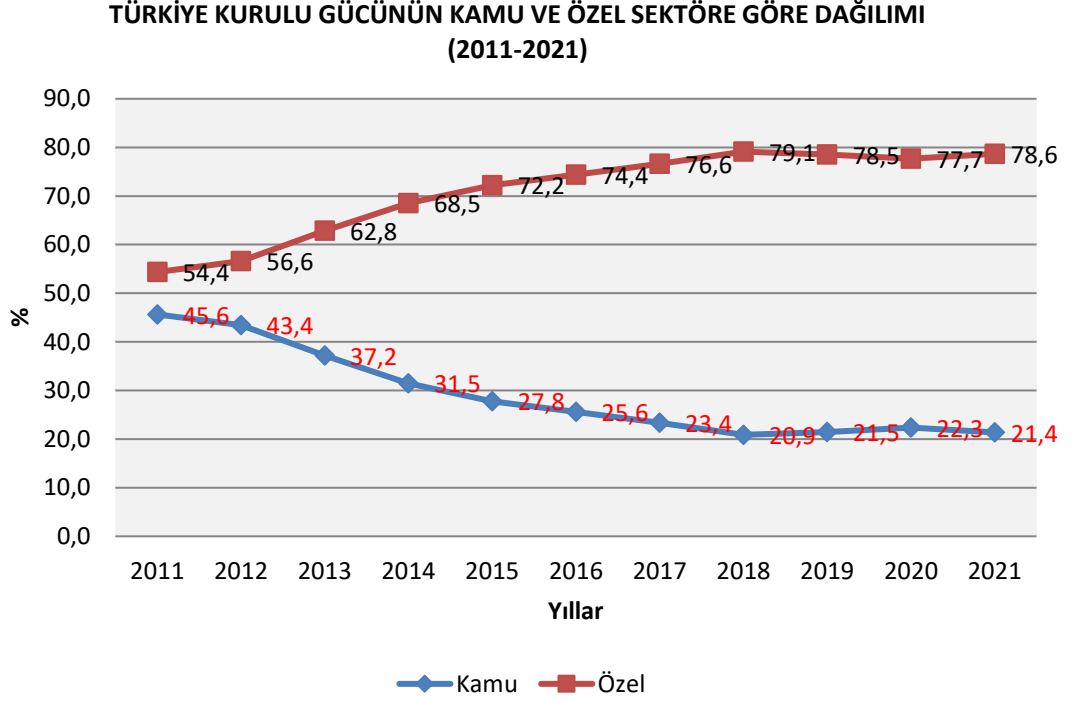
Şekil 2.5. Temmuz 2022 kaynak bazında Türkiye'nin elektrik enerjisi üretimi [58].

Pazara mal tedarik eden özel sektör işletmelerinin sayısı ve sattıkları mal hacmi rekabetin kurulmasında çok önemli faktörlerdir. Ülkemizde enerji sektöründe rekabetçi pazarlar yaratma hedefinin bir parçası olarak elektrik, doğal gaz ve petrol sektörlerinde sürekli büyümeyi sağlayacak bir yatırım ortamı oluşturmaya yönelik önemli adımlar atılmıştır. Temiz enerji sektörü, orada faaliyet gösteren devlet kuruluşlarının yeniden yapılandırılması ve liberalleşmeyi teşvik etmeyi amaçlayan kuralların yürürlüğe girmesi de dahil olmak üzere önemli reformlar düzenlemiştir [36].

Özel sektörün enerji üretim tesislerine yaptığı yatırımlar, gelişmeler ve gerekli yasal çerçevenin oluşturulması sonucunda ivme kazanmıştır. Ülkemizde istikrar ve güven ortamının oluşturulması ve Bakanlığımızın enerji politikalarının başarılı bir şekilde uygulanması sonucunda enerji yatırımları özel sektör tarafından kamuoyuna yük olmayacak şekilde yapılmaktadır.

Tamamlanan çalışmalarla özel sektörün enerji üretimindeki payı 2002 yılında %40,2 iken Eylül 2016 sonu itibarıyla %83,1'in üzerine çıkmıştır. 2002 Eylül – 2016 tarihleri arasında en fazla tahribat, kaynağın türüne göre genel halkın elindeki üretim birimleri

dönemi arasında termik olarak çalışan termik santrallerde görülmektedir [36]. Aynı zaman diliminde özel sektöre odaklandığımızda, termal ve hidrolik temelli oldukça büyük bir sayısal artışın gerçekleştiği ortaya çıkmaktadır. Türkiye elektrik enerji üretimi kamu/özel sektör dağılımı Şekil 2.5’de verilmiştir.



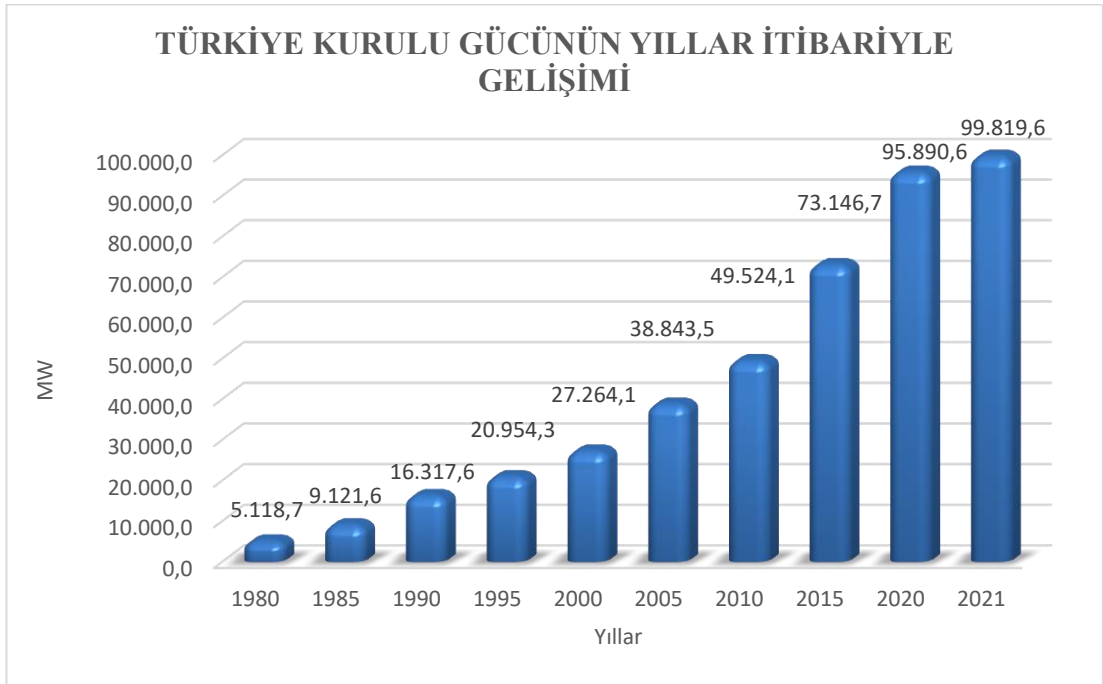
Şekil 2.6. Türkiye elektrik enerji üretimi kamu/özel sektör dağılımı (GWh) [60].

Türkiye'nin artan enerji talebini karşılamak için muazzam harcamalar yapılmasına rağmen, ülkenin toplam kurulu gücü ve dolayısıyla enerji üretimi son 30 yılda önemli ölçüde artmıştır. Kurulu kapasite, 1980'lerin ortasındaki 10.000 MW'ın altındayken, 2021 sonunda 99.819.6 MW'a yükselmiştir [59].

Yine de yerli üretim dalgalanabileceğinden ve talebe ayak uyduramayacağından Türkiye'nin elektrik ithalatına ihtiyacı olmaya devam etmektedir [37]. Türkiye'nin yurtiçi elektrik üretimi ve toplam talepleri ve kurulu güç kapasitesi sırasıyla Şekil 2.6 ve Şekil 2.7'da verildiği gibidir.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
BRÜT ÜRETİM	261.783,3	274.407,7	297.277,5	304.801,9	303.897,6	305431,4
İÇ İHTİYAÇ	11.883,8	1.2471,0	1.3020,0	1.4299,7	1.4761,8	
NET ÜRETİM	249.899,5	261.936,8	284.257,5	290.502,2	289.135,8	
İTHALAT	7.135,5	6.330,3	2.728,3	2.476,9	2211,5	1888,3
ŞEBEKEYE VERİLEN	257035,0	268267,1	286.985,8	29.2979,0	29.1347,3	
İLETİM KAYBI	5.338,1	5.607	5.503,3	5.120,3	5.585,2*	
DAĞITIM KAYBI %	31.190,2	30.004,1	29.156,2	26.514,7	25.700,3*	
İHRACAT	3.194,5	1.451,7	3.303,7	3.111,9	2.788,7	2484,0
NET TÜKETİM	217.312,2	231.203,7	249.022,7	258.232,2	257.273,1	
FATURALANAN TÜKETİM	193.427,1	212.328,8	225.713,5	233.610,0	229.597,9	233436,6

Şekil 2.7. Yurtiçi elektrik üretimi ve tüketimi [58].



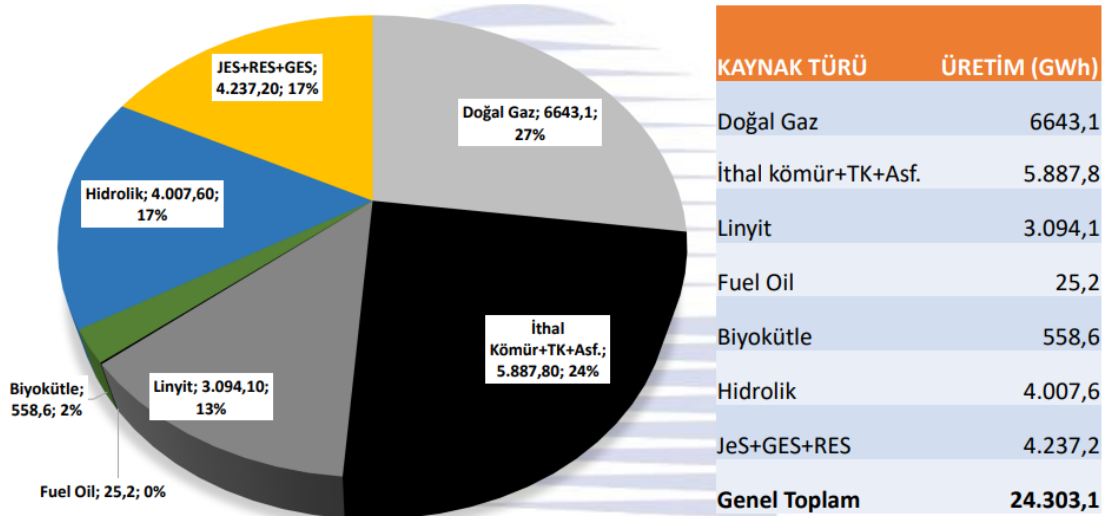
Birim :MW

	Kömür	Sıvı Yakıtlar	Doğal Gaz	Yenilenebilir +Atık+Atık Isı	Çok Yakıtlı	Hidrolik	Jeotermal	Rüzgar	Güneş	Toplam
2011	12.550,3	1.300,4	13.143,9	125,7	6.810,8	17.137,1	114,2	1.728,7	-	52.911,1
%	23,72	2,46	24,84	0,24	12,87	32,39	0,22	3,27	-	100,00
2021	19.641,5	135,4	21.502,5	2.051,1	4.897,8	31.492,6	1.676,2	10.607,0	7.815,6	99.819,6
%	19,68	0,14	21,54	2,05	4,91	31,55	1,68	10,63	7,83	100,00

Şekil 2.8. Kurulu güç (MW) [58].

2000 yılında 20.954 MW olan kurulu elektrik enerjisi kapasitesi 2021 yılı sonunda 99.819 MW'a yükselmiştir. Hidrolik %31,55; doğalgaz %21,54; kömür % 19,68; rüzgar %10,63; jeotermal %1,68; güneş % 7,83 diğer kaynaklar şu anda kurulu gücün %6,94'ünü oluşturmaktadır. 2013 Yılından sonra devreye alınan santrallerle kurulu elektrik enerjisi kapasitesi 6.986 MW artırarak rekor kırmıştır. Sonraki yıllarda 6.303 MW ve 4.288 MW kapasite eklenmiştir [37]. Türkiye'nin Kurulu elektrik enerjisi gücünün görsel hali ise Şekil 2.8'deki grafikte verildiği gibidir.

Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı – Şubat 2021



Şekil 2.9. Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü oranları [58].

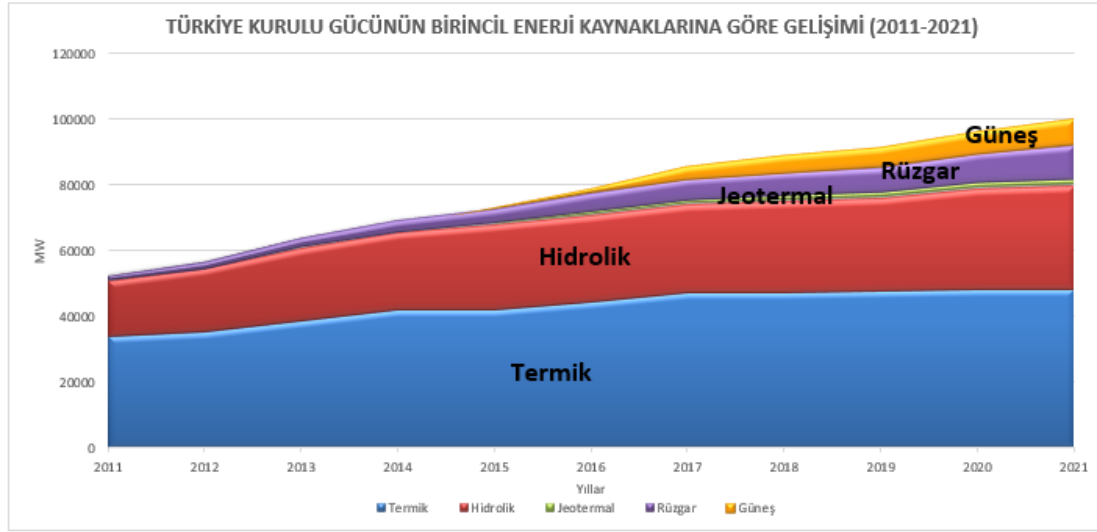
Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü kapasite oranları tablosuna baktığımızda doğal gaz enerjisinin 2021 yılı toplam kurulu elektrik kapasitesinde %27'lik pay ile hakim olduğu görülmektedir, bunu % 24 payla ithal kömür, %17 payla hidroelektrik ve rüzgar/güneş/jeotermal ve % 13 payla linyit takip etmektedir [58]. Diğer kaynaklardan biyokütle ise kalan % 2'yi oluşturmaktadır. Ülkemizin kurulu gücü açısından kaynakların nicel sıralaması Şubat 2021 sonu itibarıyla aynı kalırken, toplam kurulu güç yüzdesinde farklılıklar bulunmaktadır.

Çizelge 2.3. Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu gücü oranları [60].

TÜRKİYE KURULU GÜCÜNÜN BİRİNCİL ENERJİ KAYNAKLARINA GÖRE YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ (2006- 2021)																
Birim(Unit) : MW																
TEK YAKITLI							ÇOK YAKITLI			GENEL						
YILLA R	TAŞKÖMÜ RÜ (*)	LİNYİ T	YENİLENEBİLİR+				TOPLA M	KATI+SIV I (**)	SIVI+D. GAZ	TOPL AM	TERMİ K	HİDRO LİK	JEOTERMA L (***)	RÜZGA R	GÜNE Ş	GENERA L
			SIVI YAKITLAR(***))	DOĞAL GAZ	ATIK+ ISI	ATIK										
2006	1986,0	8210,8	2396,5	11462,2	41,3	24096,8	471,0	2852,4	3323,4	27420,2	13062,7	81,9				40564,8
2007	1986,0	8211,4	2000,2	11647,4	42,7	23887,7	471,0	2913,0	3384,0	27271,6	13394,9	169,2				40835,7
2008	1986,0	8205,0	1818,6	10656,8	59,7	22726,0	471,0	4398,0	4869,0	27595,0	13828,7	29,8	363,7			41817,2
2009	2391,0	8199,3	1699,1	11825,6	86,5	24201,5	415,7	4721,9	5137,6	29339,1	14553,3	77,2	791,6			44761,2
2010	3751,0	8199,3	1593,3	13302,1	107,2	26952,9	452,7	4872,9	5325,6	32278,5	15831,2	94,2	1320,2			49524,1
2011	4351,0	8199,3	1300,4	13143,9	125,7	27120,3	477,6	6333,2	6810,8	33931,1	17137,1	114,2	1728,7			52911,1
2012	4382,5	8193,3	1285,5	14116,4	168,8	28146,5	598,5	6282,2	6880,7	35027,2	19609,4	162,2	2260,6			57059,4
2013	4382,5	8223,2	616,3	17170,6	235,0	30627,6	612,3	7408,1	8020,4	38648,0	22289,0	310,8	2759,7			64007,5
2014	6532,6	8281,3	594,9	18724,4	299,1	34432,3	585,8	6783,6	7369,4	41801,8	23643,2	404,9	3629,7	40,2		69519,8
2015	6825,2	8696,5	522,7	18527,6	370,1	34942,0	582,7	6378,3	6961,0	41903,0	25867,8	623,9	4503,2	248,8		73146,7
2016	8228,9	9126,5	445,3	19563,6	496,4	37860,6	582,7	5968,3	6551,0	44411,6	26681,1	820,9	5751,3	832,5		78497,4
2017	9576,4	9129,1	380,2	22002,2	641,9	41729,7	602,5	4594,1	5196,6	46926,3	27273,1	1063,7	6516,2	3420,7		85200,0
2018	9576,4	9456,1	370,6	21479,9	818,9	41701,8	616,7	4590,1	5206,8	46908,6	28291,4	1282,5	7005,4	5062,8		88550,8
2019	9604,4	9966,1	189,4	21843,6	1170,5	42773,9	620,7	4268,4	4889,1	47663,0	28503,0	1514,7	7591,2	5995,2		91267,0
2020	9624,4	9988,7	189,4	21599,4	1502,8	42904,6	620,7	4268,4	4889,1	47793,7	30983,9	1613,2	8832,4	6667,4		95890,6
2021	9652,8	9988,7	135,4	21502,5	2051,1	43330,4	625,8	4272,0	4897,8	48228,3	31492,6	1676,2	10607,0	7815,6		99819,6

Kaynak bazında kurulu güç oranları (2008-2020) ise Şekil 2.9'da verildiği gibidir.

Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Değişim (GWh) (2008–2020)



	Termik	Hidrolik	Jeotermal	Rüzgar	Güneş	Toplam
2011	33.931,10	17.137,10	114,20	1.728,70	0,00	52.911,10
%	64,13	32,39	0,22	3,27	-	100,00
2021	48.228,26	31.492,58	1.676,17	10.606,97	7.815,63	99.819,61
%	48,32	31,55	1,68	10,63	7,83	100,00

Şekil 2.10. Kaynak bazında kurulu güç oranları (2021) [60].

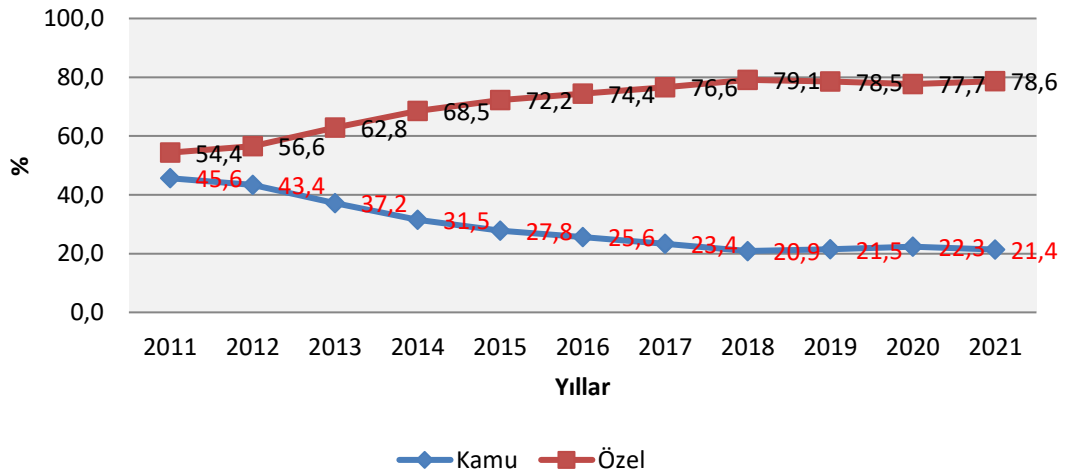
Tek yakıtlı ve çok yakıtlı kaynaklara bakıldığında ülkemizdeki termik santrallerin kurulu gücünün dağıtım şemasına göre termik santrallerin sağladığı kurulu güç 2011 yılında 33.931 MW'tan 2021 sonunda 48.228 MW'a yükselmiştir. Termik santrallerin toplam kurulu gücü içindeki tek yakıtlı termik santrallerin yüzdesi 2011 yılında %64,13 iken grafikten de görüleceği üzere 2021 sonunda %48,32'ye gerilemiştir [60]. Tek yakıtlı enerji santrallerinin çoğu birincil yakıt olarak linyit kullanır ve bunu doğal gazla çalışanlar takip eder. Türkiye'nin kurulu gücünün sektöre göre dağılımı ise Çizelge 2.5'de verildiği gibidir.

Çizelge 2.4. Türkiye'nin kurulu gücünün sektöre göre dağılımı [36].

YIL	TOPLAM	KAMU	ÖZEL SEKTÖR	KAMU PAYI (%)	ÖZEL SEKTÖR PAYI (%)
2002	31.846	21.058	10.788	66,1%	33,9%
2003	35.587	20.113	15.474	56,5%	43,5%
2004	36.824	20.110	16.714	54,6%	45,4%
2005	38.820	20.905	17.415	53,9%	46,1%
2006	40.502	23.716	16.786	58,6%	41,4%
2007	40.836	23.875	16.961	58,5%	41,5%
2008	41.817	23.981	17.836	57,3%	42,7%
2009	44.761	24.203	20.559	54,1%	45,9%
2010	49.524	24.203	25.321	48,9%	51,1%
2011	52.911	24.150	28.761	45,6%	54,4%
2012	57.071	24.775	32.296	43,4%	56,6%
2013	64.007	23.781	40.227	37,2%	62,8%
2014	69.520	21.879	47.641	31,5%	68,5%
2015	73.147	20.323	52.824	27,8%	72,2%
2016 Eylül Sonu	78.072	19.742	58.330	25,3%	74,7%

Çizelge 2.5'de verilen tablodaki değerlerin görselleştirilmiş hali Şekil 2.10'da verilen grafikteki gibidir.

TÜRKİYE KURULU GÜCÜNÜN KAMU VE ÖZEL SEKTÖRE GÖRE DAĞILIMI
(2011-2021)



Şekil 2.11. Türkiye'nin kurulu gücünün sektöre göre dağılımı [60].

Türkiye'nin kurulu gücünün sektöre göre dağılımı Şekil 2.10'da verilirken, Türkiye'nin termik santral kurulu gücü dağılımı ise Çizelge 2.6'de verildiği gibidir.

Çizelge 2.5. Ülkemiz termik santral kurulu gücü dağılımı (MW) [34].

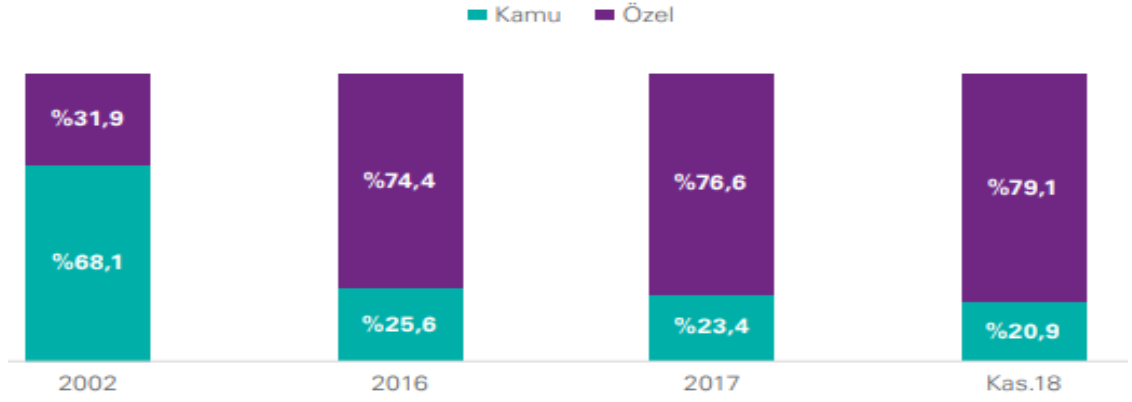
TÜRKİYE TERMİK SANTRALLARINDA TÜKETİLEN YAKIT MİKTARLARININ ÜRETİCİ KURULUŞLARA DAĞILIMININ YILLAR İTİBARIYLA GELİŞİMİ (BİRLEŞİK ISI-ELEKTRİK SANTRALLARINDA ISI ÜRETİMİ İÇİN KULLANILAN YAKITLAR DAHİL)								
Birim(Unit):Ton/Gaz(gas) için 1000 m ³								
			2016	2017	2018	2019	2020	2021
EÜAŞ VE BAĞLI ORTAKLIKLARI EÜAŞ AND AFFILIATED PARTNERSHIPS OF EÜAŞ	Taşkömürü	Hard Coal	0	0	0	0	0	0
	Linyit	Lignite	9.531.660	11.371.159	17.189.016	9.166.632	8.063.142	7.732.450
	TOPLAM	TOTAL	9.531.660	11.371.159	17.189.016	9.166.632	8.063.142	7.732.450
	Fuel-Oil Fuel Oil	Asıl Yakıt Main Fuel Yrd. Yakıt Auxiliary Fuel	0 49.706	0 52.579	0 67.349	0 35.531	0 6.024	0 19.027
	TOPLAM	TOTAL	49.706	52.579	67.349	35.531	6.024	19.027
	Motorin Diesel Oil	Asıl Yakıt Main Fuel Yrd. Yakıt Auxiliary Fuel	0 141.231	0 78.985	0 11.716	0 12.203	0 8.313	0 169.849
	TOPLAM	TOTAL	141.231	78.985	11.716	12.203	8.313	169.849
	Doğal Gaz Natural Gas	Asıl Yakıt Main Fuel Yrd. Yakıt Auxiliary Fuel	1.325.896 0	2.544.339 0	2.375.232 0	2.084.547 0	2.530.330 0	4.202.420 7.856
	TOPLAM	TOTAL	1.325.896	2.544.339	2.375.232	2.084.547	2.530.330	4.210.276
	MOBİL SANTRALLAR MOBILE POWER PLANTS	Fuel-Oil Motorin TOPLAM	Fuel Oil Diesel Oil TOTAL	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
OTOPRODÜKTÖRLER ÜRETİM ŞİRKETLERİ İŞLETME HAKKI DEVİR LİSANSIZ AUTOPRODUCERS PRODUCTION COMP. TOOR ADÜAŞ UNLICENSED	Taşkömür+İthal kömür+Asfaltit	Hard Coal+Imported Coal+Asphaltite	19.642.410	21.139.104	24.981.829	25.127.740	25.537.231	23.440.911
	Linyit	Lignite	50.682.112	53.041.098	56.344.470	66.942.548	53.407.553	65.540.084
	TOPLAM	TOTAL	70.324.522	74.180.202	81.326.299	92.070.288	78.944.784	88.980.995
	Fuel-Oil	Asıl Yakıt Main Fuel Yrd. Yakıt Auxiliary Fuel	476.968 0	265.145 0	157.948 0	146.554 0	174.834 0	120.394 9.403
	TOPLAM	TOTAL	476.968	265.145	157.948	146.554	174.834	129.797
	Motorin	Asıl Yakıt Main Fuel Yrd. Yakıt Auxiliary Fuel	165.162 0	118.234 0	60 0	169 0	109 0	120 1.769
	TOPLAM	TOTAL	165.162	118.234	60	169	109	1.889
	LPG	LPG	0	0	0	0	0	0
	Nafta	Naphtha	0	0	0	0	0	0
	TOPLAM	TOTAL	0	0	0	0	0	0
Doğal Gaz Natural Gas	Asıl Yakıt Main Fuel Yrd. Yakıt Auxiliary Fuel	17.628.197 0	20.410.515 0	17.192.908 0	10.655.469 0	12.698.373 0	18.720.057 1.939	
TOPLAM	TOTAL	17.628.197	20.410.515	17.192.908	10.655.469	12.698.373	18.721.996	
TÜRKİYE TURKEY	Taşkömür+İthal kömür+Asfaltit	Hard Coal+Imported Coal+Asphaltite	19.642.410	21.139.104	24.981.829	25.127.740	25.537.231	23.440.911
	Linyit	Lignite	60.213.772	64.412.257	73.533.486	76.109.180	61.470.695	73.272.534
	TOPLAM	TOTAL	79.856.182	85.551.361	98.515.315	101.236.920	87.007.926	96.713.445
	Fuel-Oil	Fuel Oil	526.674	317.724	225.297	182.085	180.858	148.824
	Motorin	Diesel Oil	306.393	197.219	11.776	12.372	8.422	171.738
	LPG	LPG	0	0	0	0	0	0
	Nafta	Naphtha	0	0	0	0	0	0
	TOPLAM	TOTAL	833.067	514.943	237.073	194.457	189.280	320.561
Doğal Gaz	Natural Gas	18.954.093	22.954.854	19.568.140	12.740.016	15.228.703	22.932.272	

Eylül 2016 ile 2021 arasında kamunun sahip olduğu kurulu güç miktarı önemli ölçüde artmazken, özel sektörün sahip olduğu miktar önemli ölçüde artmıştır. Ülkemiz kurulu gücünün kuruluş ve kaynaklara göre dağılımı ise Çizelge 2.7’de verildiği gibidir.

Çizelge 2.6. Türkiye'nin kurulu gücünün, kuruluş ve kaynak dağılımı (MW) [60].

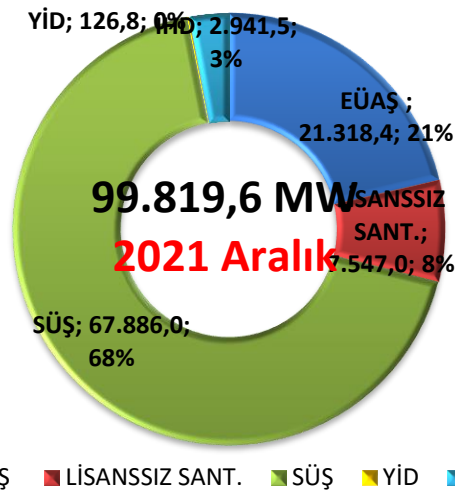
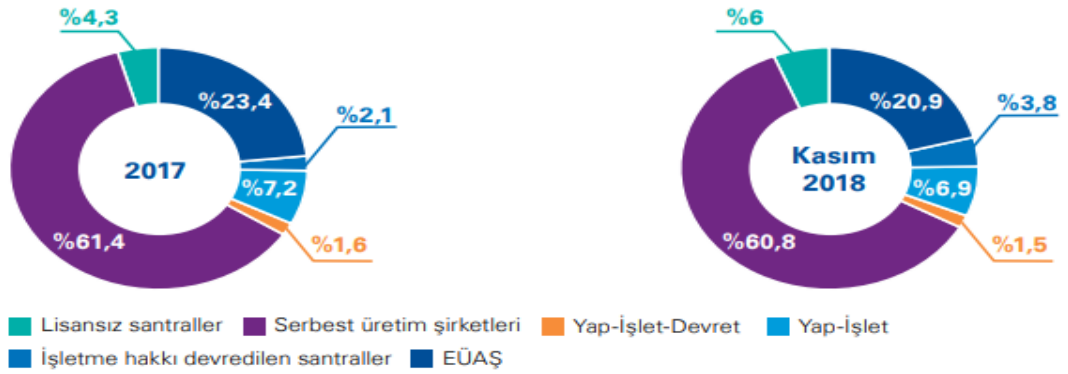
YILLAR İTİBARIYLA TÜRKİYE KURULU GÜCÜNÜN ÜRETİCİ KURULUŞLARA DAĞILIMI																	
KURULUŞLAR		2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
EÜAŞ	TERMİK	8.706	8.691	8.691	8.691	8.691	8.691	8.691	8.149	7.850	7.275	6.939	7.017	5.662	6.798	7.418	7.418
	HİDROLİK+JEOTERMAL +RÜZGAR	11.176	11.350	11.456	11.678	11.678	11.590	12.214	12.918	12.995	13.004	13.166	12.883	12.827	12.784	14.001	13.900
	TOPLAM	19.882	20.041	20.147	20.369	20.369	20.280	20.905	21.067	20.845	20.279	20.105	19.900	18.489	19.582	21.419	21.318
EÜAŞ'IN BAĞLI ORTAKLIKLARI	TERMİK	3.834	3.834	3.834	3.834	3.834	3.870	3.870	2.714	1.034	44	0	0	0	0	0	0
MOBİL SANTRALLAR	TERMİK	725	263	263	263	263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ÜRETİM ŞİRKETLERİ	TERMİK	10.322	10.689	11.209	13.421	16.273	18.277	19.190	24.293	32.258	33.881	36.771	39.088	38.971	38.485	38.534	33.236
	HİDROLİK+JEOTERMAL +RÜZGAR	1.375	1.624	2.181	3.169	4.992	6.717	9.018	11.574	14.356	17.660	19.227	20.746	22.335	23.444	26.287	28.974
	TOPLAM	11.696	12.313	13.390	16.590	21.265	24.994	28.208	35.867	46.614	51.541	55.997	59.834	61.306	61.929	64.821	62.210
OTOPRODÜKTÖR + İŞLETME HAKKI DEVİR	TERMİK	3.834	3.795	3.599	3.131	3.218	3.093	3.276	3.492	647	646	620	620	1.975	1.975	1.355	7.022
	HİDROLİK+JEOTERMAL +RÜZGAR+GÜNEŞ	594	590	585	576	575	673	801	868	326	326	858	1.201	1.412	1.472	1.472	1.722
	TOPLAM	4.428	4.385	4.183	3.706	3.793	3.766	4.077	4.360	973	973	1.478	1.821	3.387	3.447	2.827	8.744
LİSANSIZ	TERMİK	0	0	0	0	0	0	0	0	12	57	82	201	300	404	486	552
	HİDROLİK+RÜZGAR +GÜNEŞ	0	0	0	0	0	0	0	0	40	254	835	3.444	5.052	5.905	6.337	6.995
	TOPLAM	0	0	0	0	0	0	0	0	53	311	918	3.645	5.352	6.309	6.823	7.547
TÜRKİYE TOPLAMI	TERMİK	27.420	27.272	27.595	29.339	32.278	33.931	35.027	38.648	41.802	41.903	44.412	46.926	46.909	47.663	47.794	48.228
	HİDROLİK+JEOTERMAL +RÜZGAR+GÜNEŞ	13.145	13.564	14.222	15.422	17.246	18.980	22.032	25.360	27.718	31.244	34.086	38.274	41.642	43.604	48.097	51.591
	TOPLAM	40.565	40.836	41.817	44.761	49.524	52.911	57.059	64.008	69.520	73.147	78.497	85.200	88.551	91.267	95.891	99.820

Buna karşılık olarak var olan kurulu tesis gücünün, sektöre göre dağılımı ise Şekil 2.11’de verildiği gibidir.



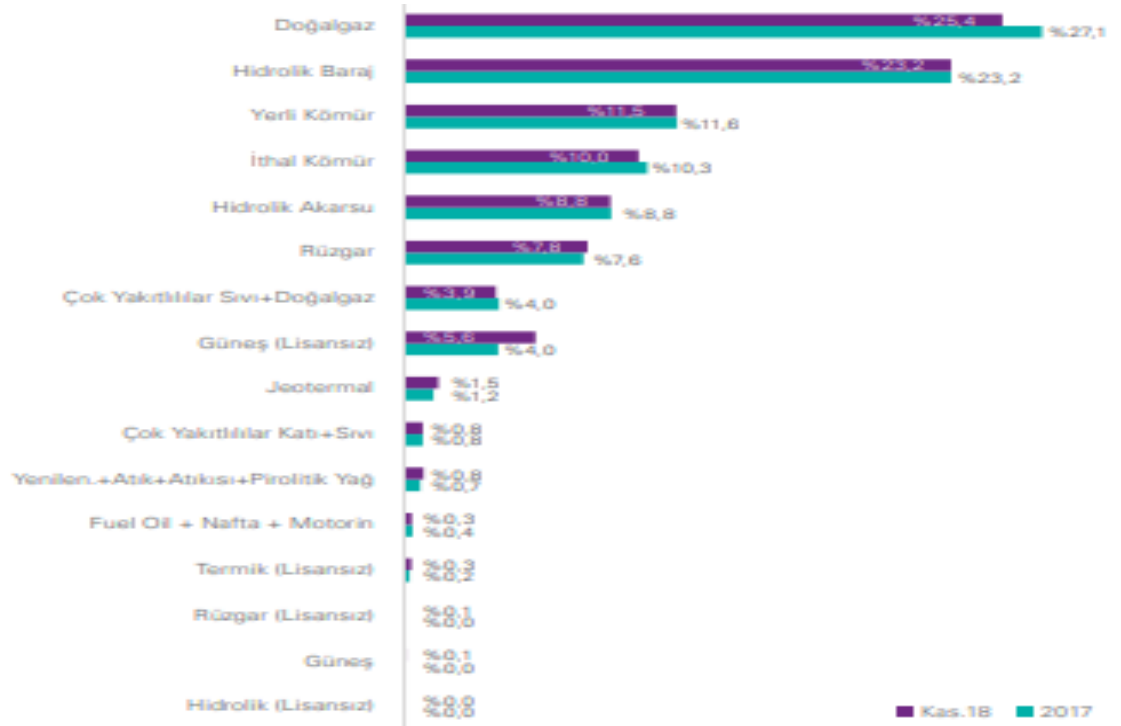
Şekil 2.12. Kurulu güce göre dönemler itibarıyla paylar [37].

Kaynaklarına göre kurulu güç paylarının verildiği grafikler ise Şekil 2.12’de verildiği gibidir.



Şekil 2.13. Kaynaklarına göre kurulu güç payları [37,60].

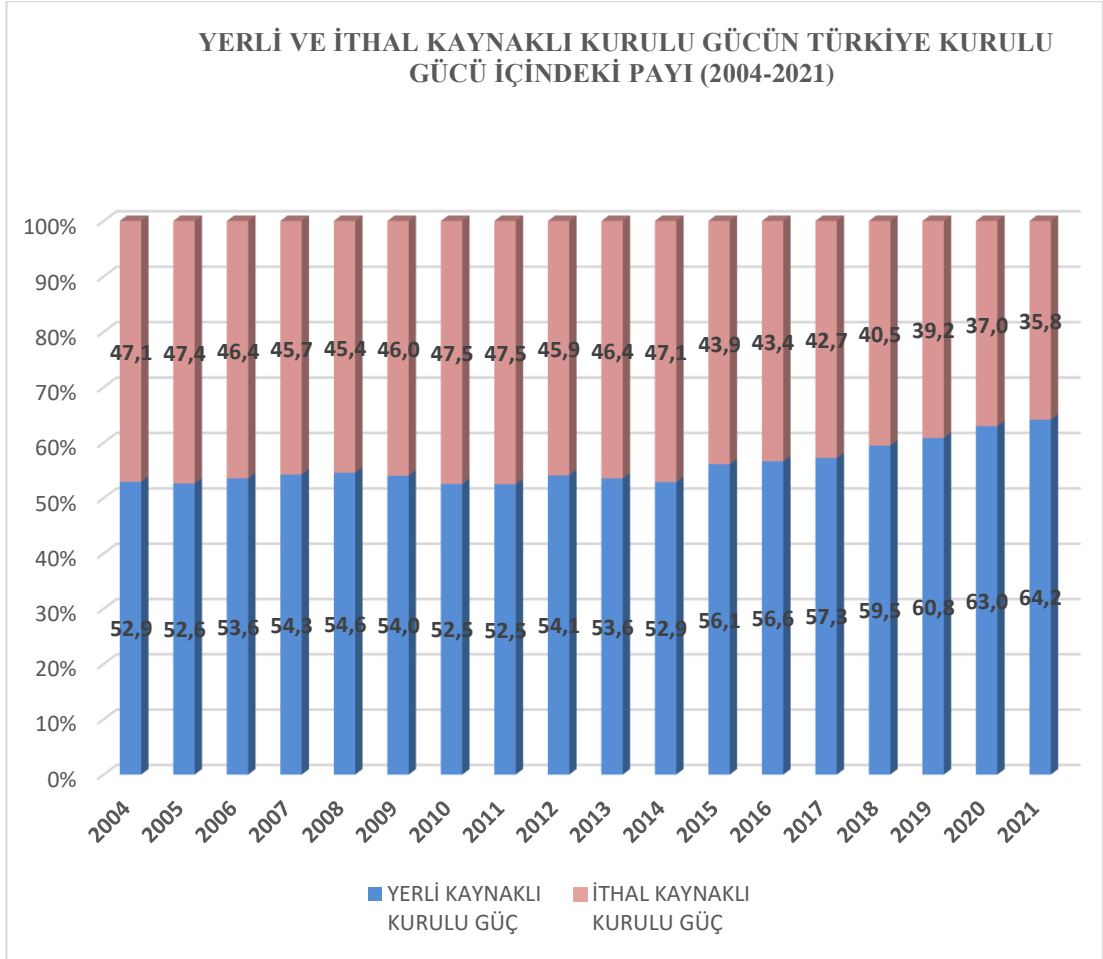
Veriler tek tek incelendiğinde Türkiye'nin elektriğini üretmek için çeşitli kaynaklardan yararlandığı görülmektedir. Çoğunlukla kömür, petrol ve doğal gazdan oluşan fosil yakıtların oranı azalırken, bunların en yüksek oranı hidrolik baraj ve akarsularda görülmektedir [37]. Enerji üretiminin sağlandığı kaynaklara göre elektrik enerjisinin üretim miktarları ise Şekil 2.13'de verildiği gibidir. Buradan da anlaşılacağı üzere doğalgaz ve hidrolik barajın önemi oldukça büyüktür.



Şekil 2.14. Kaynaklara göre elektrik  retimi [37].

Her kaynak ayrı ayrı incelendiğinde Türkiye'nin çeşitli kaynaklardan g ç ürettiği görülebilir. Öncelikli olarak konvansiyonel fosil yakıtların yüzdesi olan hidroelektrik santralleri, özel sektör yatırımlarına baktığımızda operasyonda yapılan en büyük yatırımlardan biridir. 2013 yılında 2.613 MW kurulu güce sahip 112 hidro-kaynaklı santralin devreye alınmasının ardından 2014 yılında 1.367 MW kurulu güce sahip 87 santral devreye alınmıştır. 2013 yılında toplam kurulu gücü 6.986 MW olan 222 santral devreye alınarak rekor kırılmıştır. 2013 yılında 215 santral açılarak kapasite 4.288 MW artırılmıştır.

Ülkemiz yerli ve ithal kaynaklara dayalı elektrik enerjisinin kurulu gücü incelendiğinde, 2002 yılında yerli kaynak bazlı elektrik santrallerinin kurulu kapasitesinin 19.143 MW (%60,1), ithal kaynak bazlı elektrik santrallerinin kurulu kapasitesinin ise 12.703 MW (%39,9) olduğu tespit edilmiştir. Eylül 2016 sonu itibarıyla kurulu güç açısından yerli kaynak kullanan enerji santralleri Kurulu elektriğin Eylül 2002 ile 2016 arasında, hem yerli hem de uluslararası kaynaklardan farkı, bu miktarların kurulu tabanın tamamına oranında önemli bir değişiklik olmasa bile var olan kömür, petrol ve doğal gaz sistemi düşüşte olduğu ve bu kaynakların çoğunu hidrolik barajlar ve akarsular sağlamaktadır [37]. Yerli ve ithal kaynak bazında ülkemiz kurulu gücü oranları Şekil 2.14’de verildiği gibidir.



Şekil 2.15. Yerli ve ithal kaynak bazında ülkemiz kurulu gücü oranları [36,60].

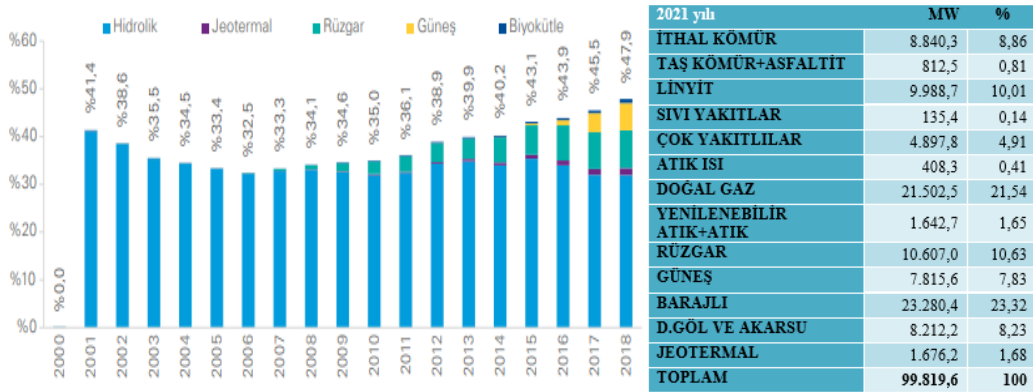
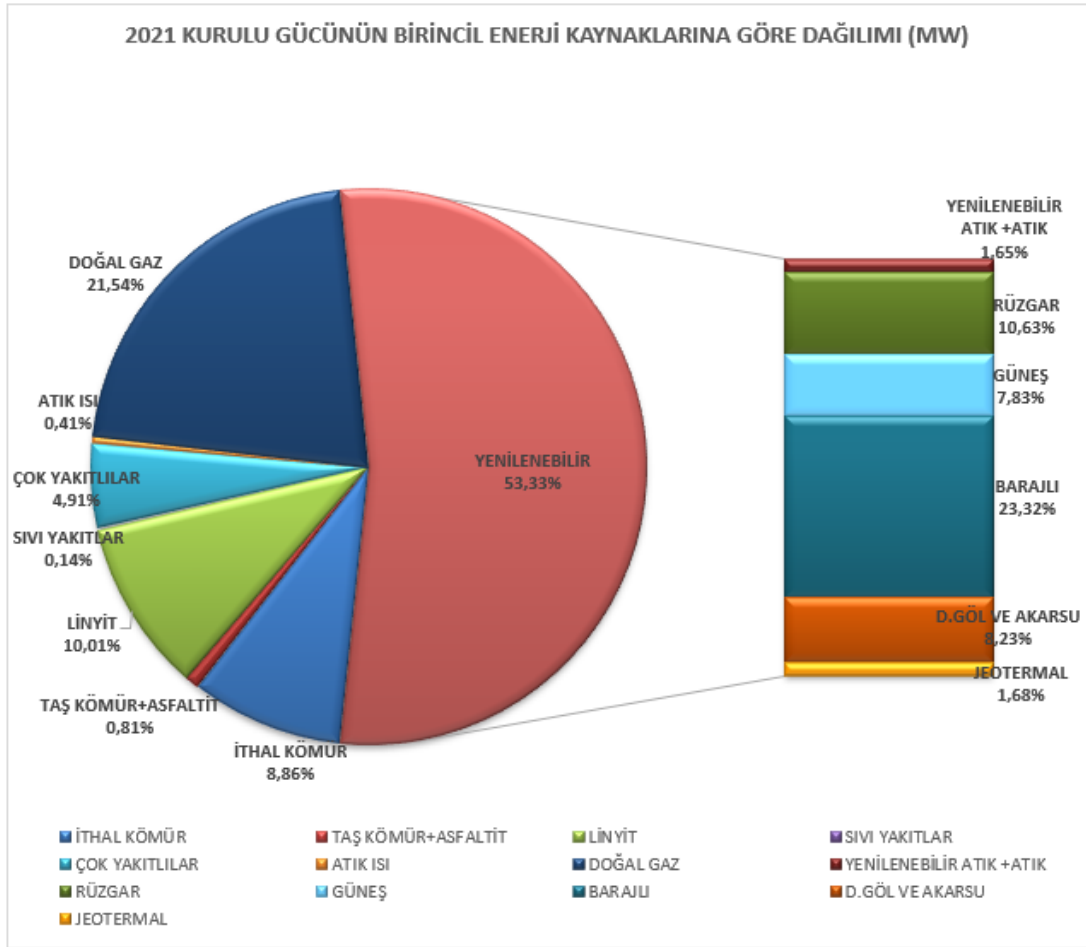
Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasında çok önemlidir. Çünkü kömür, petrol ve doğal gaz da dahil olmak üzere dünya enerjisinin büyük bir kısmı hala fosil yakıtlardan karşılanmaktadır.

Son on yılda, ülkemizde kurulu elektrik kapasitesindeki yenilenebilir kaynakların oranı önemli ölçüde artmıştır. Enerji üretmek için kullanılan rüzgar miktarı % 7,21'den % 8,40'a, kullanılan güneş enerjisi miktarı ise %0,99'dan %1,52'ye yükselmiştir. Ayrıca jeotermal enerjinin toplam elektrik üretimine katkısı %2,48'den %2,96'ya yükseldi, %32,4 olan üretim yüzdeleri, örneğin doğal gaz gibi kapasite paylarından daha düşüktür. Tesislerin mevcut elektrik fiyatları seviyesinde çalışmasının ekonomik olarak mantıklı (verimli) olmaması gibi bir husus, iklim ve hava koşullarına ek olarak var olan husustur. Buna dayanarak, bazı yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmadığı sonucuna varmak mümkündür. Elektrik sistemi kaynaklarına göre kurulu güç payları ise Çizelge 2.8'de verildiği gibidir.

Çizelge 2.7. Elektrik sistemi kaynaklarına göre kurulu güç payları [60].

Birim(Unit) : MW						
						GENEL TOPLAM
YILLAR	TERMİK	HİDROLİK	JEOTERMAL(***)	RÜZGAR	GÜNEŞ	GENERAL
YEARS	THERMAL	HYDRO	GEO THERMAL(***)	WIND	SOLAR	TOTAL
2006	27420,2	13062,7	81,9			40564,8
2007	27271,6	13394,9	169,2			40835,7
2008	27595,0	13828,7	29,8	363,7		41817,2
2009	29339,1	14553,3	77,2	791,6		44761,2
2010	32278,5	15831,2	94,2	1320,2		49524,1
2011	33931,1	17137,1	114,2	1728,7		52911,1
2012	35027,2	19609,4	162,2	2260,6		57059,4
2013	38648,0	22289,0	310,8	2759,7		64007,5
2014	41801,8	23643,2	404,9	3629,7	40,2	69519,8
2015	41903,0	25867,8	623,9	4503,2	248,8	73146,7
2016	44411,6	26681,1	820,9	5751,3	832,5	78497,4
2017	46926,3	27273,1	1063,7	6516,2	3420,7	85200,0
2018	46908,6	28291,4	1282,5	7005,4	5062,8	88550,8
2019	47663,0	28503,0	1514,7	7591,2	5995,2	91267,0
2020	47793,7	30983,9	1613,2	8832,4	6667,4	95890,6
2021	48228,3	31492,6	1676,2	10607,0	7815,6	99819,6

Yenilenebilir kurulu gücün toplam içindeki payı ise Şekil 2.15’de verildiği gibidir.



Şekil 2.16. Yenilenebilir kurulu gücün toplam içindeki payı [37,60].

2.1.2. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği

Dünya artık enerji verimliliği konusunda pek çok araştırma ve tartışma yapmaktadır. Verimlilik, binalarda yaşam standardını ve hizmet kalitesini, sanayi işletmelerinde ise üretimin nitelik ve niceliğini düşürmeden birim hizmet veya ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılması olarak tanımlanmaktadır. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği'nden önce, Avrupa Birliği'nin 2002/91/EC Çevre Yönergesi, 2/05/2007 tarihli Enerji Verimliliği Kanunlarını izlemiştir [55].

Avrupa Birliği'nin 2002/91/EC Çevre Direktifi'nde yer alan düzenlemeler aşağıdaki gibidir:

- ❖ Binaların enerji performansını hesaplamak için ortak bir metodoloji geliştirmek
- ❖ Yeni binalar için minimum enerji performansı gereksinimi
- ❖ Yenilenecek mevcut büyük ölçekli binalar için minimum enerji performansı gereksinimleri
- ❖ Binalarda enerji sertifikası
- ❖ Merkezi sistemli binalarda tüketime bağlı ısıtma giderlerinin paylaşılması
- ❖ Sıcak su kazanları ve iklimlendirme sistemlerinin periyodik muayenesi

Yapılan araştırmalar sonucunda binalarda ısıtma, soğutma, sıcak su ve havalandırma sistemlerinin %50; Doğru yapay ve doğal aydınlatma ile %20 enerji tasarrufu sağlanabilir. Enerjisinin %75'ini ithal eden bir ülke olarak, binalarda enerji verimliliği ile ülkenin enerji ihtiyacının %10'unu azaltabilmesi kritik bir matematiksel hesaplama değildir [55].

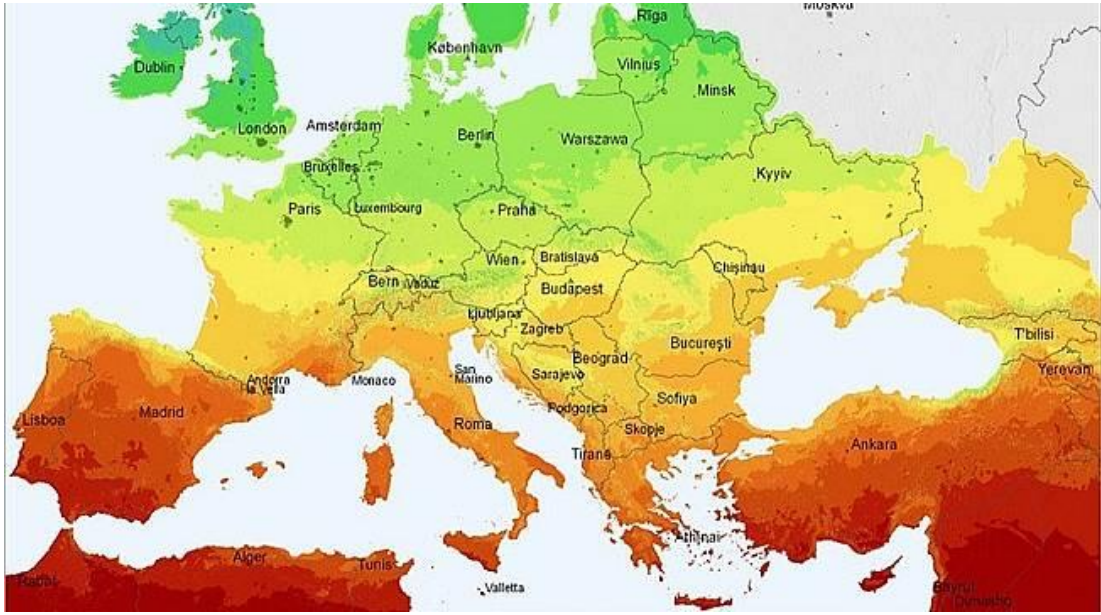
Yönetmelik iki bina yapısından, yeni binalardan ve mevcut binalardan bahsetmektedir. Mevcut binalar yani 5627 sayılı kanuna göre 01/01/2011 tarihinden önce yapı ruhsatı almış binalar için BEP Yönetmeliği; mimari tasarım, ısı yalıtımı, mekanik tesisat, otomasyon, aydınlatma, yenilenebilir enerji kullanımı, kojenerasyon sistemlerini kapsamaktadır. Yeni binalar için asgari performans kriterleri, enerji performansı hesaplama yöntemleri, enerji kimlik belgesi düzenlenmesi, yapı denetimi ve periyodik kontroller, yetkilendirmeler, yetkilendirmelerin düzenlenmesi konularını içerir [56].

BÖLÜM 3

TÜRKİYE'DE GÜNEŞ ENERJİSİ

3.1.TÜRKİYEDE KURULAN GES SANTRALLERİ

Güneşlenme için ideal olan Türkiye'nin coğrafi konumu, güneş enerjisi potansiyelinin en üst düzeye çıkarılmasında en önemli faktördür. Şekil 3.1'deki güneş enerjisi potansiyeli haritasına göre Türkiye, Almanya'dan daha fazla potansiyele sahiptir.



Şekil 0.1. Güneş enerjisi potansiyel haritası [38].

Elektrik İşleri Etüt İdaresi ile Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen güneşlenme süresi ve radyasyon yoğunluğuna ilişkin veriler kullanılarak yapılan bir araştırmaya göre, Türkiye'de yıllık ortalama toplam güneşlenme süresi 2640 saat veya günde 7,2 saattir.

Araştırmaya göre, yıllık ortalama toplam radyasyon yoğunluğu her gün 1.311 kWh/m² veya 3.6 kWh/m²'dir [38]. Türkiye 110 günlük kullanıma eşdeğer güneş enerjisi kapasitesine sahiptir. Metrekare başına 1.100 kWh güneş enerjisi üretebilir. Hesaplamalara göre Türkiye'ye gelen toplam güneş enerjisi, tüm dünyaya gelen toplam güneş enerjisinin %0,6'sını oluşturmaktadır. Petrol eşdeğeri (TEP) açısından yıllık toplam enerji potansiyeli 36,2 milyon TEP'dir. Türkiye, Haziran ve Aralık aylarında en yüksek güneş enerjisi değerlerine sahipken, Aralık ayında bu en düşük seviyededir. Akdeniz Kıyıları ve Güneydoğu Anadolu bölgeleri de en yüksek güneş enerjisi kapasitesine sahiptir [39].

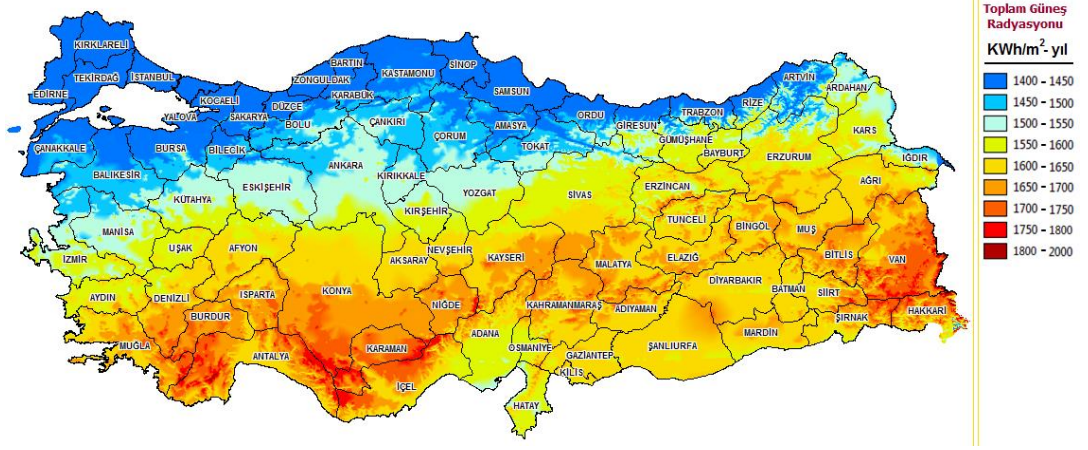
Türkiye, altı yıl boyunca ihtiyaç duyulan tüm elektriği sağlayabilecek 1,5 saatlik güneş enerjisi alır. Güneş ışınlarının zaman zaman farklı bölgelerde farklı etkileri olsa da ortalama 1500 kWh/m² değerine sahip olmaları çok fazla enerji potansiyeli olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda Avrupa'da termal enerji üretmek için en yüksek potansiyele sahiptir [39].

Güneş enerjisi ile elektrik üretimi, Türkiye'nin en önemli enerji politikası hedeflerinden biridir. Elektrik üretim süreci hala erken aşamalarında. Yakın zamana kadar, güneş enerjisi termal enerjiye dönüştürüldü ve çatılara paneller monte edilerek suyu ısıtmak için kullanıldı. Son zamanlarda iletim istasyonlarında, trafik ışıklarında, ikaz ve yol işaretlerinde, park ve bahçe aydınlatmasında, mütevazı ölçekte kullanılmaktadır. Sadece bir avuç işletme güneş panelleri üretmekte olup düzlemsel güneş kolektörleri 19 milyon m²'de üretilmekte ve pazarlanmaktadır [40].

3.2. GÜNEŞ ENERJİSİ POTANSİYEL ATLASI

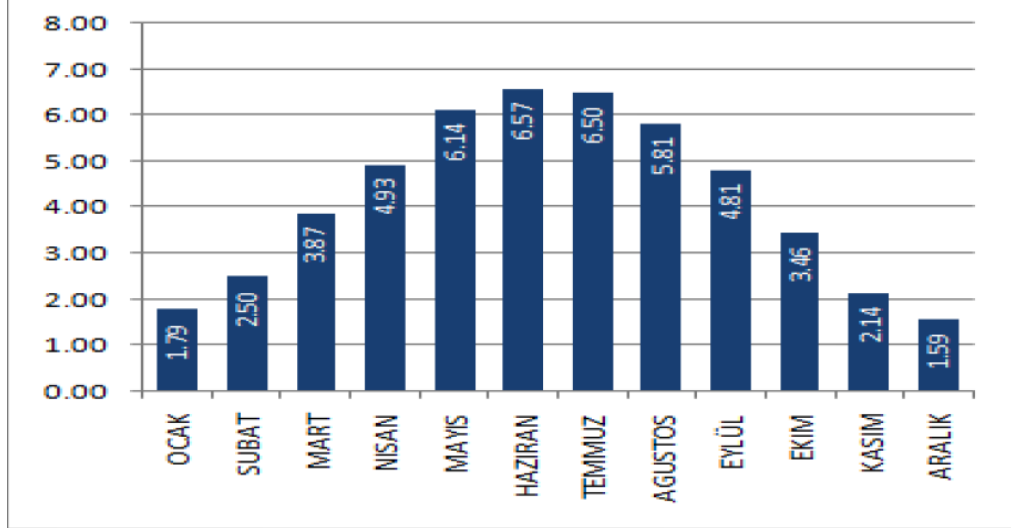
"GEPA, güneş enerjisi çalışmaları için kabul edilebilir yüzeylere sahip yerlerin belirlenmesi ve bu alanlarda güneş enerjisiyle ilgili elektrik enerjisi üretimi beklentilerinin belirlenmesi amacıyla üretilmiş ve kullanıcılara sunulmuştur. Söz konusu sistem, güneş kaynağı verilerinin (toplam, doğrudan, dağınık güneş radyasyonu ve güneşlenme süresi) tematik haritalarla sunulması için Coğrafi Bilgi Sistemleri kullanılarak oluşturulmuştur. Planlamacılar, enerji şirketleri, iş dünyası ve arazi ve ev sahipleri dahil olmak üzere çeşitli kullanıcılar, 500 x 500 metre

çözünürlükte güneş enerjisi kaynak bilgilerine erişebilir. Buna ek olarak güneş enerji potansiyeli atlası ise Şekil 3.2’de verildiği gibidir.



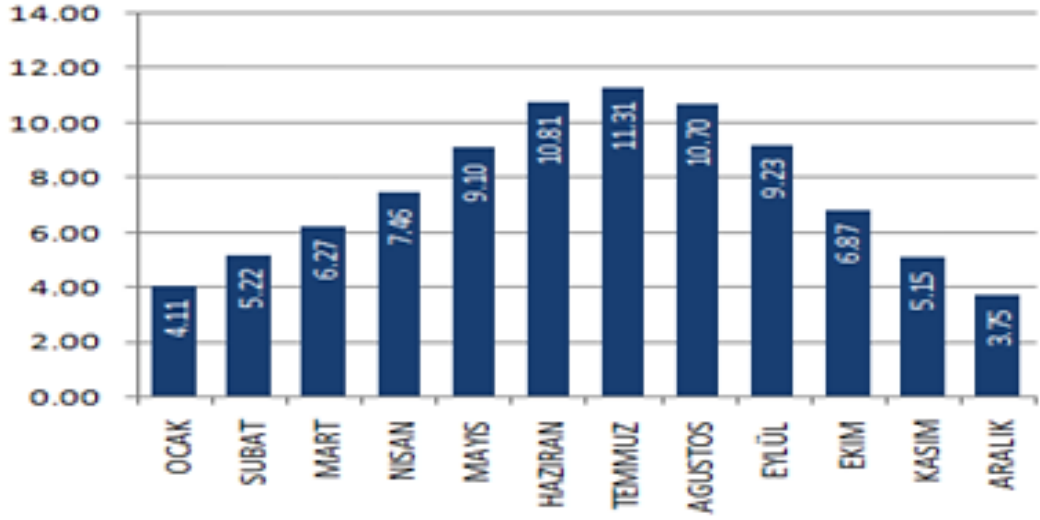
Şekil 3.2 Güneş enerji potansiyeli atlası [41].

Türkiye’nin toplam güneş ışığı alma güç değeri ise Şekil 3.3’de verildiği gibidir.



Şekil 3.3 Türkiye’nin toplam ışık alma gücü değeri (kWh/m²), günlük ortalama 4,2 (kWh/m²).

Türkiye’nin toplam güneş ışığı alma gücünün ardından Türkiye’nin aylık güneşlenme kapasitesine de bakmak gerekmektedir. İlgili grafik Şekil 3.4’de verildiği gibidir.

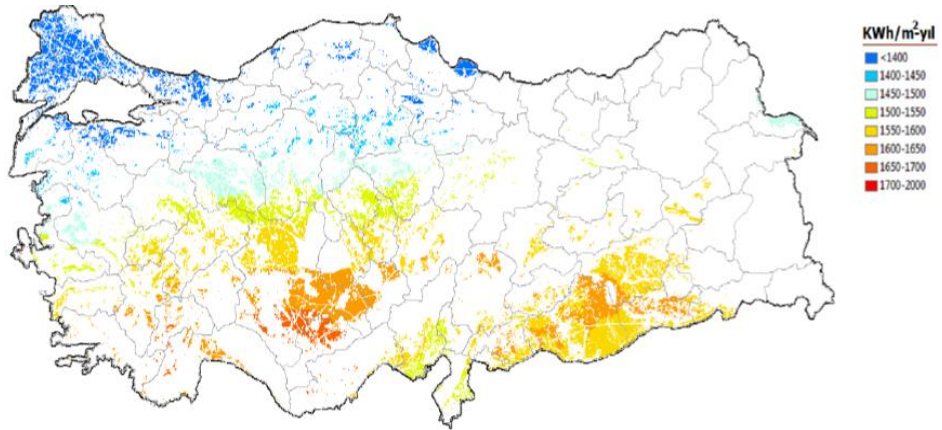


Şekil 3.4. Türkiye'nin aylık güneş ışığı alma durumu [41].

Şekil 3.4'deki grafikten alınan bilgilere göre yapılan çıkarım aşağıda listelendiği gibidir.

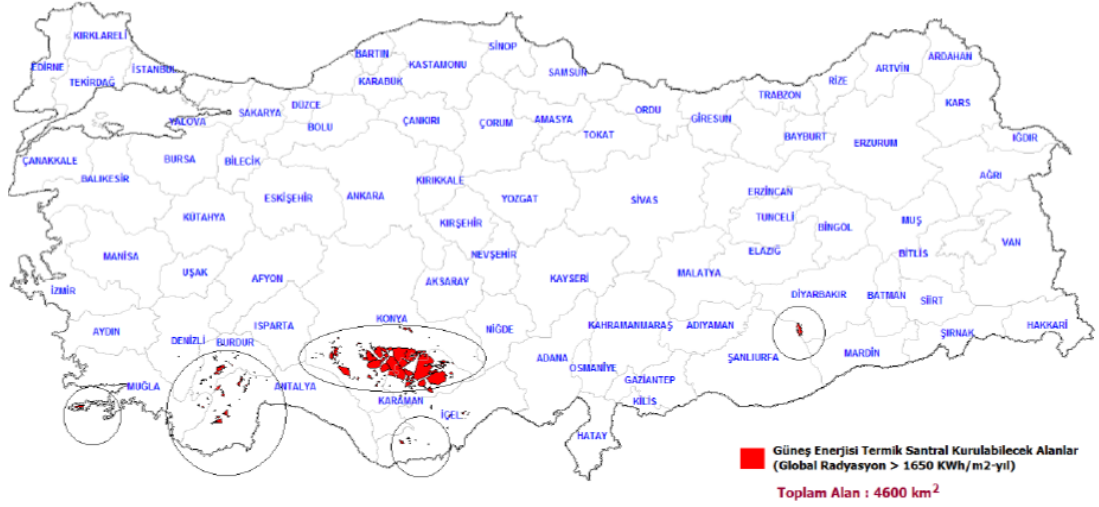
- Türkiye'nin günlük güneşten yararlanma süresi 7,5 Saat
- Düz yüzeye göre yararlanma süresi değeri: 4,17 kWh/m²-gün
- Yıllık yararlanma süresi: 2740 saattir

Güneşlenme süresinin önemi oldukça büyüktür fakat termik santral kurmak için tek gerekçe bu değildir. Detaylı olarak termik santral kurulmaya elverişli olan alanlar Şekil 3.5'de verildiği gibidir.



Şekil 3.5. Termik santral kurulmaya elverişli olan alanlar [41].

TÜRKİYE GÜNEŞ ENERJİSİ TERMİK SANTRAL POTANSİYELİ (Global Radyasyon > 1650 KWh/m²- yıl)

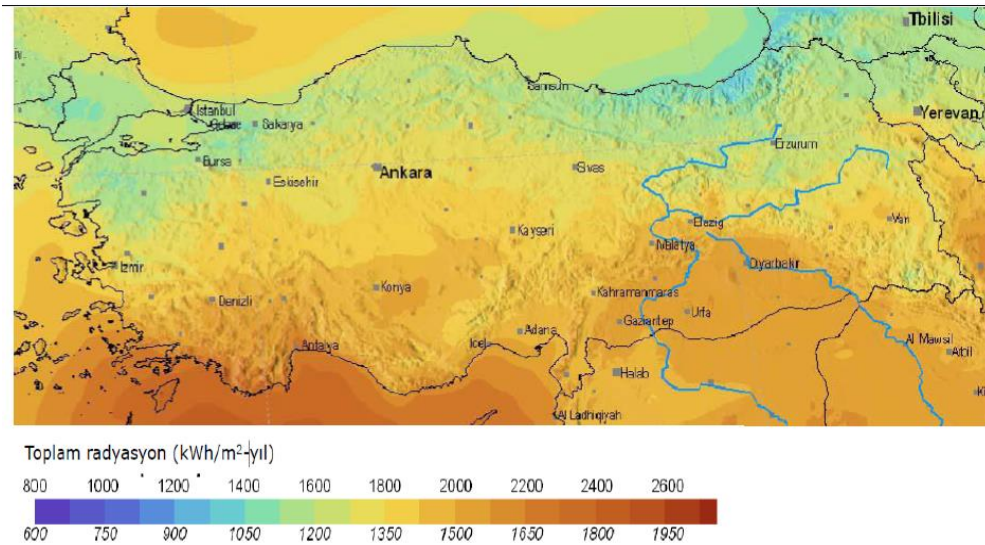


Şekil 3.6. Güneş enerjisi termik potansiyeli [41].

Güneş enerjisi termik potansiyeli ise Şekil 3.6’da verildiği gibidir. Güneş Enerjisi Termik Potansiyeli 380 milyar kWh/yıl ve 56000 mW kurulum gücü olan doğalgaz çevrim santralinin elektrik enerjisi üretimine eşdeğerdir. Verilen grafikler doğrultusunda aşağıda verilen bilgilere ulaşılabilmektedir.

- Yatay yüzeye gelen ortalama radyasyon değeri: 4,17 kWh/m²-gün
- Yıllık ortalama güneşlenme süresi: 2740 saattir

Türkiye’ye ait radyasyon haritası ise Şekil 3.7’de verildiği gibidir.



Şekil 3.7. Radyasyon haritası [41].

Bölgelere göre yıllık olarak hazırlanmış, ortalama güneş enerjisi potansiyelinin bölgelere göre dağılımı ise Çizelge 3.1’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.1. Türkiye’nin bölgelere göre yıllık ortalama güneş enerjisi potansiyeli [41].

Bölge	Toplam Güneş Enerjisi (kWh/m ² -gün)	Güneşlenme Süresi (Saat/Yıl)
Güney Doğu Anadolu	1460	2993
Akdeniz	1390	2956
Doğu Anadolu	1365	2664
İç Anadolu	1314	2628
Ege	1304	2738
Marmara	1168	2409
Karadeniz	1120	1917

3.3. TÜRKİYE’DE LİSANSSIZ/LİSANSLI GÜNEŞ ENERJİSİ YATIRIMI

5346 sayılı "Ruhsatsız elektrik üretimi ve haberleşmesi hakkında yönetmelik" kapsamında başlayan "yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı hakkında kanun" kapsamında GES destek mekanizması ile 1 MW güneş enerjisi elektriği ruhsatsız sübvansede edilerek üretilebilmektedir. 6446 sayılı "Elektrik Piyasası Kanunu" nun 14. maddesi 2 Ekim 2013'te hazırlanmış ve güncellenmiştir [42].

Ayrıca, yerli kaynaklar kullanılırken bu teşvik biraz artırılmıştır. Bir kişinin kendi elektrik aboneliği varsa ve yenilenebilir enerji kaynakları kullanıyorsa, bir şirket kurmasına veya lisans başvurusunda bulunmasına gerek kalmadan bir enerji üretim tesisi kurmasına izin verilir [42]. Şu anda bir güneş enerjisi santralının MW başına fiyatı 1 milyon ile 1,2 milyon dolar arasında değişmektedir. Böyle bir tesise sahip olmak enerji endüstrisinde karlıdır çünkü nereye kurulduğuna bağlı olarak MW başına yıllık 180.000 ila 220.000 ABD Doları arasında brüt kazanç sağlayabilir. Ayrıca bu tesislerin 25 yıl garantisi ve 50 yıla yakın hizmet ömrü vardır [42].

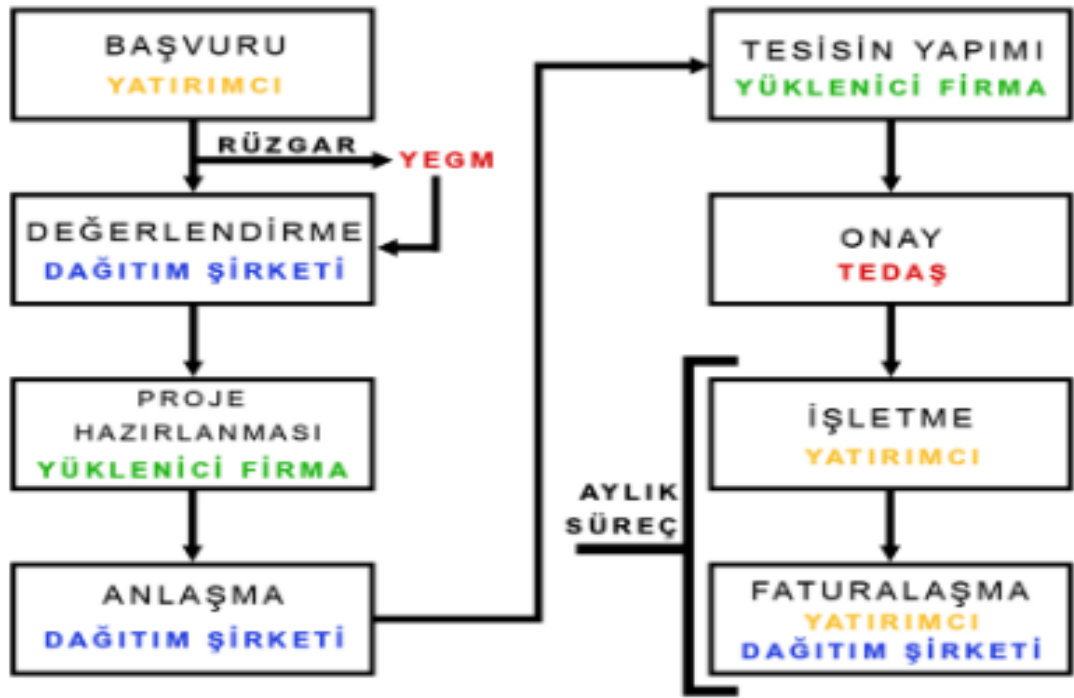
Tesislerin etkinliği zamanla azalsa da, bu zar zor fark edilir. Her ölçekteki yatırımcı, her boyutta inşa edilebildikleri için tesislerden büyük ölçüde yararlanabilir. Her iki pazarın dinamiklerinin avantaj ve dezavantajları olmasına rağmen, lisanssız pazarın şu anda daha hızlı geliştiği ve bu konuda daha yüksek bir çekiciliğe sahip olduğu söylenebilir.

3.3.1. Lisanssız Güneş Enerjisinin Gelişimi

Tesisin kendi ihtiyaçlarına hizmet ettiği sürece 1 MW'ın üzerinde kapasiteye sahip lisanssız üretim yapan bir elektrik santrali inşa etmek mümkündür. Kurulu enerji santralinin ürettiği elektriğin satış fiyatına yenilenebilir enerji kaynakları mekanizması uygulanacaktır. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Mekanizması, devlete ürettiğimiz elektrik için on yıllık bir satın alma garantisi vermektedir.

Yeni düzenlemeye göre, yerli malzemeler kullanıldığında devlet teşvikler sunacaktır. Güneş panellerini ithal etmek için herhangi bir mali teşvik olmayacak. Toplam kurulu kapasitenin 2015 yılında 327 MW olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca, ithal edilen güneş panelleri üzerinde önemli bir vergi yükü olacaktır.

Lisanssız sistemler, rekabet sürecinden geçmek zorunda kalmadan daha hızlı gerçekleştirilebilmenin birincil avantajına sahiptir. Lisanssız bir projeye başvuru aşamaları Şekil 3.8'deki grafikte açıkça gösterilmiştir.



Şekil 3.8. Lisanssız proje başvuru adımları [43].

Lisansız olarak hazırlanmış projelerin stokları ise sayısal olarak Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Lisanssız proje stokları [43].

	Toplam Başvurular		Onaylanmış Projeler		Geçici Kabulü Tamamlanmış Tesisler	
	Sayı (Adet)	Kurulu Güç (MW)	Sayı (Adet)	Kurulu Güç (MW)	Sayı (Adet)	Kurulu Güç (MW)
Rüzgar	247	193,66	130	99,37	14	7,9
Güneş	6093	5.127,60	3274	2.797,03	492	357,68
Biyokütle	32	31,65	24	25,88	11	17,7
Hidrolik	4	3,14	0	0	0	0
Toplam	6376	5356	3428	2922	517	383

3.3.1.1. Lisanssız Üretim Maliyeti Hesaplaması

Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin 5346 sayılı Kanun'a göre; 1 MW'lık bir santral kurmak için yaklaşık 20 Dönüm araziye ihtiyaç vardır. 1 MW'lık santral kurulum maliyeti hesaplamasına dair detaylı bilgiler Çizelge 3.3'de verildiği gibidir.

Çizelge 3.3. 5346 sayılı kanuna göre 1 MW'lık santral kurulum maliyet hesabı.

DESTEK (TEŞVİK)	ABD Dolar Cent/kwh
Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisinde Üretilen Enerji	13.3
Konstrüksiyon (Yerli olması halinde)	0.8
PV Modülleri (Yerli olması halinde)	1.3
PV Modülünü oluşturan hücreler (Yerli olması halinde)	3.5
İnvertör (Yerli olması halinde)	0.6
PV Modülü üzerine güneş ışımını odaklama cihazı (yerli olması halinde)	0.5
<ul style="list-style-type: none">• Güneş Enerjisinden üretilen elektriğin satış fiyatı : 13.3 cent \$/ kwh• Yerli üretim Konstrüksiyon kullanıldığında ilavesi: 0.8 cent \$ /kwh• Yerli üretim PV Modülü kullanıldığında ilavesi: 1.3 cent \$ / kwh <p>Buna göre toplam satış fiyatı: 15.4 cent \$ / kwh (11.40cent €/kwh) olmaktadır.</p>	

SANTRALİN MALİYET KALEMLERİ	1 WATT BİRİM FİYATI (€)	1000 KW (1 MW) MALİYETİ (€)
Güneş paneli	0.54 - 0.64	540.000 - 640.000
İnvertör	0.20 - 0.25	200.000 - 250.000
Konstrüksiyon	0.07 - 0.08	70.000 - 80.000
Kablolama DC-AC	0.05 - 0.07	50.000 - 70.000
Koruma Ekipmanları	0.02 - 0.03	20.000 - 30.000
Trafo	0.02 - 0.03	20.000 - 30.000
Diğer(Uzak.İzl.,Sayaç,Trafo.Kab.Pan o.,T.l Ör. Beton.vs)	0.06 - 0.07	60.000 - 70.000
Ara Toplam	0.96 - 1.17	960.000 - 1.170.000
İşçilik + Nakliye	0.06 - 0.07	60.000 - 70.000
TOPLAM (KDV HARİÇ)	1.02 - 1.24	1.020.000 - 1.240.000

Bugüne kadar yapılan 1 MW'lık proje başvurularının detaylı listesi Çizelge 3.4'de verildiği gibidir.

Çizelge 3.4. Bugüne kadar yapılan 1 MW'lık proje başvuruları.

Başvuru Limiti 1 MW	Beyan Edilen Kapasite: 7.505 MW
Uygulamalı Proje Sayısı: 6600MW	Onaylı Proje Sayısı: 4.000
Uygulamalı Güç Sayısı: 5.600 MW	Kabul Edilen Tesislerin Sayısı: 660
Toplam Kurulu Projeler Sayısı: 660	Top.Kurulu Güç 600 MW (Temmuz 2016)
Kabul Edilen Tesis. Top. Gücü: 500 MW	2023 Sonu Lisanssız Kur.6000-6500MW
2016 Sonu Lisanssız Kur. 900-1000 MW	

1 kW 'lık kurulu gücü olan bir Güneş Enerji Santralinden yıllık 1400-1600 kWh/yıl elektrik üretilir. 1 MW 'lık kurulu gücü olan Güneş Enerjisi santralinden yıllık ortalama üretim 1.500 kWh/ yıl olarak alındığında yıllık 1.500.000 kWh elektrik üretilir.

- Yatırımın Geri Ödeme Süresi (Yıl) = Toplam Maliyet / Yıllık Toplam Gelir
- Toplam Maliyet Euro (Yaklaşık)= 1.130.000 €
- Toplam Yıllık Gelir (Yaklaşık)= Yıllık Üretim X Teşvik Fiyatı
- Toplam Yıllık Gelir (Yaklaşık) = 1.500.000 kWh/Yıl X 0.1140 € / kWh
- Toplam Yıllık Gelir =171.000 € / Yıl
- Yatırımın Geri Ödeme Süresi (Yıl) = 1.130.000 € / 171.000 € / Yıl
- Yatırımın Geri Ödeme Süresi (Yıl) = 6.6 Yıl
- Santralin Ekonomik Ömrü = 25 yıl'dır.

Santralin 25 yıl'ın sonunda da verimi düşer ama ömür boyu elektrik üretmeye devam eder [43]. 1 MW GES kurabilmek için yapılan harcamalar aşağıda dört bölüm halinde sıralanmıştır:

1. Montaj işlemine kadar harcanan para
2. GES kurulumu için ana kalemler
3. İşin yapımında gerekecek diğer iş kalemleri
4. Tesisin 10 yıllık faaliyetini sürdürebilmesi için gereken giderleridir.

3.3.2. Lisanslı Güneş Enerjisinin Gelişimi

Lisanslı enerji santralleri, para kazanmak amacıyla inşa edilen, fiyat teşvikleriyle desteklenen ve bu şekilde çalışan üretim tesisleridir. Yatırımlarını daha yüksek değerlerde yapmak isteyen fonlar, üreticiler ve holdingler lisanslı yatırımlarla ele alınmaktadır. Lisanslı sistemlerin başlıca avantajları, büyük ölçekli santrallerin eşzamanlı kurulumuna uygunluğunu ve 49 yıllık elektrik üretim lisansını içerir.

Firmalar önemli katkı payı ücretleri ödeyerek lisans almaya hak kazanır. Şu anda yürürlükte olan rekabet yönteminin, spekülörleri büyük ölçüde keserken gerçek yatırımcıya geçmişe göre biraz daha fazla fırsat sunduğu söylenebilir [45]. Bu yıl Türkiye'deki tüm lisanslı ve lisanssız enerji santrallerinin yapım ve kurulumunun tamamlanarak GES yönetim kurulu kontrolündeki toplam enerji santrali sayısının 3.360 MWe'ye çıkarılması ve yıllık 4 milyar kWh yenilenebilir ve yerli enerji veya 905 milyon kWh güneş enerjisi sağlanmasına olanak sağlanabilecektir. Mevcut verilere göre bu üretim, Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyacının yüzde 1,85'ine denk gelmektedir.

TEDAŞ tarafından yapılan araştırmaya göre, Eylül 2015'te lisanssız güneş enerjisi yatırımı için 3167 proje teklifi alınmış ve bunların 430'una izin verilmiştir. Bu projeler toplam 1200 MW kurulu güce sahiptir. Rekabet sonucunda ihtiyaç duyulan aşırı teminat mektubu miktarları nedeniyle küçük yatırımcılar sektörden ayrılmak veya sınırlı kaynaklarla başvuru yapmak zorunda kalmaktadır. Hızlı bir şekilde tesis kurmak isteyen yatırımcılar bankalardan ve kiralamalardan finansman için kredi alabilirler. Bununla birlikte, projelerin büyüklüğüne bakılmaksızın borçlanma oranları hala yüksektir [45].

3.4. TÜRKİYEDE GÜNEŞ ENERJİSİNDEN ELEKTRİK ÜRETİMİ

Türkiye'nin güneş enerjisi politikası bütün kararları kamu Enerji dağıtımının sınırlarını ilgili kurumlar belirlemektedir. Türkiye'nin güneş enerjisi kaynakları, ülkenin güçlü güneş enerjisi ihtiyacına rağmen öncelikle su ısıtma sistemlerinde ve

seralarda kullanılmaktadır. Ancak son zamanlarda güneş enerjisi güç üretmek için yaygın olarak kullanılmaktadır.

Elektrik piyasası düzenlemesinin amacı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yasa ve teşviklerle genişletmektir. Yine de yapılan düzenlemeler Avrupa ülkelerine kıyasla iyi bir yöndedir, ancak maddi destek minimumdur. Ülkemizin enerji ihtiyaçları ve güneş enerjisinin potansiyeli göz önüne alındığında, küresel olarak uygulanabilecek onaylanmış sürdürülebilir enerji politikalarına ihtiyaç vardır. Öte yandan, fotovoltaik enerji sistemleri yaygın olarak kullanılmasa da, çoğunlukla devlet otoriteleri ve istikrarlı bir toplumla ortaya konan veriler nedeniyle, Türkiye'nin birçok farklı uygulamadaki güneş enerjisi potansiyeli cazip bir alternatif olma potansiyeline sahiptir.

Başta Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve Çin olmak üzere dünyanın birçok ülkesi güneş enerjisine hızla yatırım yapmaktadır. Sektör lideri Almanya, Türkiye'nin Almanya'dan yüzde 60 daha fazla güneş enerjisine sahip olmasına rağmen 2014 sonunda kurulu gücünü 38.200 MW'a yükseltmiştir. Güneş enerjisi kurulu gücü de tırmanarak kömürün %21 gerisinde payla ikinci sıraya yükselmiştir[46].

3.5. TÜRKİYE’NİN GÜNEŞ ENERJİSİ PAZARINDAKİ ENGELLERİ

Türkiye yılda 1 GW'ın üzerinde bir kapasite geliştirme yeteneğine sahiptir. Ancak yasal sınırlamalar kısıtlayıcıdır. Her şeyden önce, tüm idari mevzuatın basitleştirilmesi olumlu sonuçlar doğuracaktır. 1 MW'ın altındaki fotovoltaik sistemler için başvurular reddedilmemeli ve bunlar için net bir yasal çerçeve oluşturulmalıdır. Aynı zamanda kendi kendine tüketim için bir yapı sağlamalı ve düşük ağa bir giriş tarifesi uygulamalıdır. Ülkemizde, Güneş Enerjisi Pazarı oluşturulmasında karşılaşılan engeller finansman maliyetleri, kalite, siyasi istikrar, rekabetçilik, elektrik şebekesi ve seçilecek iş modeli olarak sınıflandırılabilir. İlk sıradaki finansman maliyeti özellikle küçük PV (fotovoltaik) sistemler için. bunlardan en önemlisidir. Fotovoltaik yatırımlar için düşük faizli krediler kamudan veya kamu bankalarından temin edilmelidir [46]. İkincisi, prosedürün en başından itibaren kurulum kalitesini garanti etmek çok önemlidir. Bu bağlamda, bir dizi uluslararası sertifikasyon süreci kullanılmalıdır [46].

Siyasi veya politik istikrar üçüncü faktördür. Örneğin, yerel finansman eksikliği nedeniyle, Hindistan'da fotovoltaik beklenildiği kadar gelişme göstermemiştir. Bankaların politika değişikliklerine olan inançsızlığı da bu konunun bir başka nedenidir. Bir milyar insanı ve muazzam fotovoltaik (PV) potansiyeli olan ve enerji açığı olan bir ülke, ancak 2014 yılında yalnızca 600 MW'lık tesisler kurabilmiştir. Bu üç şeyi dikkatlice düşünmek önemlidir. Gecikmeler, evrak gereksinimleri ve idari kısıtlamalar dahil olmak üzere diğer tüm endişeler, politika ve yasal istikrar, kurulum kalitesi sorunları, finansman maliyeti sorunları ve maliyetle ilgili sorunlar dahil olmak üzere bu konularda yanıtlar üretildikten sonra kaybolabilir [46].

Türkiye'nin yenilenebilir kaynaklardan brüt elektrik üretiminin 2023 yılında 159.433 GWh'ye ulaşması ve o yıl için beklenen toplam tüketimin yaklaşık %37'sini oluşturması bekleniyor. 5.000 MW güneş enerjisinin gösterdiği gibi güneş enerjisi için önemli bir hedef belirlenmiştir. Ancak fotovoltaik teknolojideki gelişmelerin yatırım maliyetini düşürdüğü göz önüne alındığında, Türkiye'nin en yüksek güneş radyasyonunu yaşadığı zaman içinde güneş enerjisi santrallerinin genişleyeceği tahmin edilmektedir [46]. Türkiye 2023 yılı yenilenebilir enerji hedefleri Şekil 3.9'da verildiği gibidir.



Şekil 3.9. Türkiye 2023 yılı ulusal yenilenebilir enerji hedefleri [47].

2023 yılına gelindiğinde, bu kaynakların ülkenin elektriğinin %30'unu sağlaması, kömür ve doğal gazın % 60'ını üretmesi ve kalan % 10'unu nükleer enerji tesislerinin üretmesi amaçlanıyor. [47].

Bir güneş enerjisi santralinde üretilen her 1 kWh elektrik için fiyat doğrudan dolar olarak 0,133 dolar olacaktır. Devlet sübvansiyonları sayesinde tek bir elektrik biriminin maliyeti 0,010 ABD doları kadar düşük olacaktır. Sistem kullanım sözleşmesi imzalandıktan on yıl sonra yenilenebilir kaynaklara dayalı destek maliyetleri sunulacaktır. Yurt İçi Katkı Payları yalnızca en fazla beş yıl geçerlidir. Türk şirketleri güneş enerjisine yoğun yatırım yapıyor ancak bu sektörde de teşvikler var. Bu teşviklerin listesi Çizelge 3.5’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.5. Güneş enerjisi devlet teşvikleri [47].

Destek	ABD Doları (cent/kWh)
Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi	13.5
Konstrüksiyon	0.8
PV Modülleri	1.5
PV Modülü Oluşturan Hücreler	3.5
Invertör	0.6
PV Modülü Üzerine Güneş Isınımı Odaklama Cihazı	0.5
Toplam	20

Güneş enerjisine ait devlet teşviklerinde ne fazla oran “Güneş Enerjisine Dayalı Üretim Tesisi” için verildiği görülmektedir.

Çizelge 3.6. Örnek bir Güneş Enerjisi Santrali kurulum projesi (Konya).

Proje Adı	Güneş Enerjisi Santrali
Tipi	Yenilenebilir Enerji
Sistem Bileşenleri	Fotovoltaik Panoel, Inverter, Kablo, Dönüştürücü
Kaynak/Boyut	Solar/10x1130 KWp
Kurulum Zamanı	6 ay
Sistem Kurulacak Yer	Konya
Yönetici Şirket Adı	Elgi Enerji
Merkez Koordinatları	38.22°K, 31.47°B

Kapladığı Toplam Alan	200.000 m ²
Yaklaşık Yere Yakın Mesafesi	1600 m
Yaklaşık Yerleim Yerlerine Mesafesi	1900 m
Yaklaşık Bağlantı Noktası Mesafesi	1000m
Sistem Tipi	Zemin
Toplam Kurulu Güç	10x1130 KWp
Pv Hücre	Poli Kristal
Poli Kristal	Trina Solar 260 Wp Poly
Kurulacak Boyut	10x1250 KVA
Panel Açısı	30°
İnşaat Arası Mesafe	4 m
Taşıyıcı Yapı	Galvanizli Çelik + Alüminyum

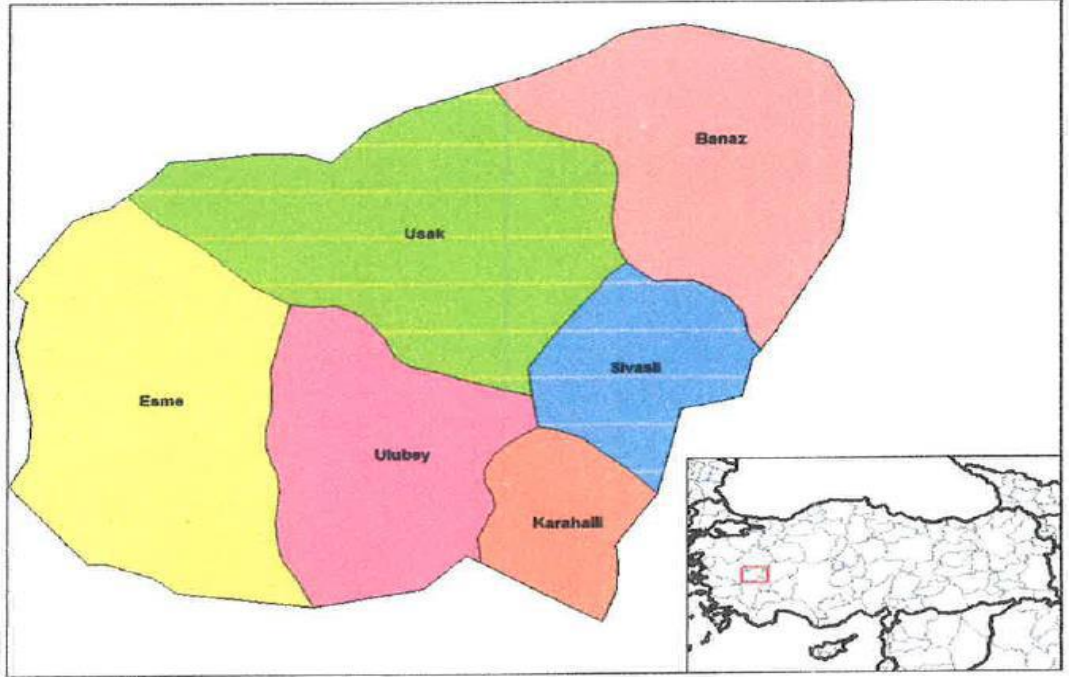
Uşak Kızılcasöğüt belediyesi güneş enerjisi etüt raporu ise Çizelge 3.7’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.7. Uşak Kızılcasöğüt belediyesi güneş enerjisi etüt raporu

		Nominal Güç	60Wp
		Modul Verimi	%15.9
Photovoltaic Modules	TRİNA SOLAR TSM-260-PC/PA05A 260WP	Nominal Voltaj	44742,00
		Nominal Akım	8.5
		Açık Devre Voltajı	33,00
		Kısa Devre Akımı	9.5
İnverter	POWER ONE TRIO- 50.0 TL-OUTD	Maks. DC Giriş Gerilimi	100V
		Maks Başlama DC Voltaj Girişi	300-500V
		DC Çalışma Sistemi Gerilim Aralığı	950V

		Maks DC Akım Giriş MPPT	110A
		DC Akım Giriş Gücü	51.200W
		AC Power	50.00W
		Maks Verim	%98.3%
Altyapı İnşaat	SCS	Panellerin Performansını Düşürebilecek Rüzgar, Fırtına ve Kar Gibi Doğal Etkilere Karşı Dirençlidir.	
DC ve AC Kabloları	HES	DC ve AC Kabloları Güneş Enerjisi Santrali Kurulumu İçin Uygundur.	
Uzaktan İzleme Sistemi	ABB	Modül, String ve Sistem İzleme	

Projenin yapılacağı şehrin yer bulduru haritası Şekil 3.10’da verildiği gibidir.



Şekil 3.10. Uşak Kızılcasöğüt belediyesi yer bulduru haritası.

Güneş panellerinin yerleştirileceği arazinin görünümü Şekil 3.11’de verildiği gibidir.



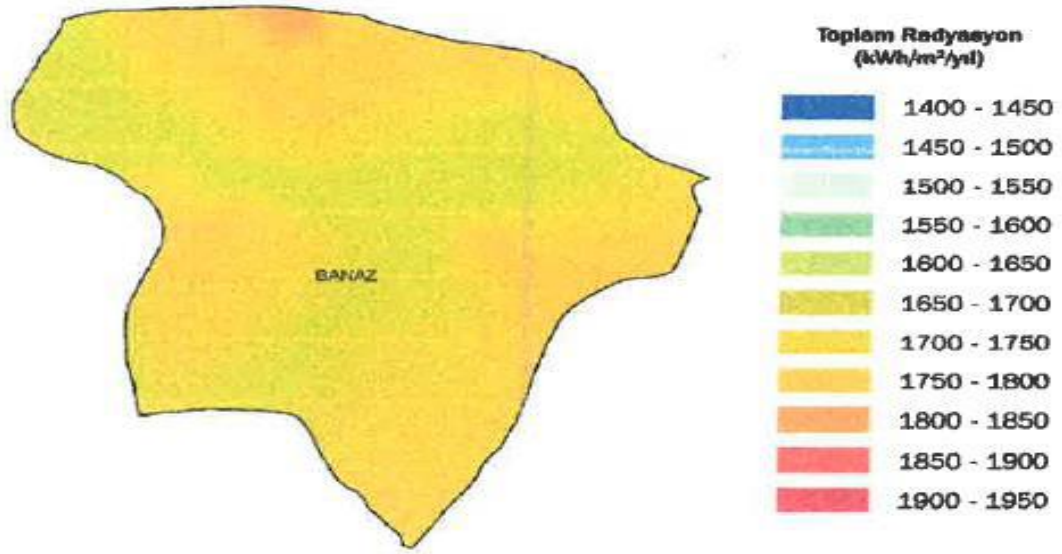
Şekil 3.11. Kızılcasöğüt Belediyesi fotovoltaik panellerin yerleştirileceği alan.

Uşak, Kızılcasöğüt belediyesi için güneş kaynak bilgileri hazırlanan LynX Planner Programı'na göre Kızılcasöğüt beldesinin yer aldığı Banaz İlçesine ait global radyasyon değeri 1549 kWh/m^2 olarak hesaplanmıştır [48]. Uşak bölgesine ait güneş enerjisi etüt raporunun bir özeti Şekil 3.12'de verildiği gibidir.



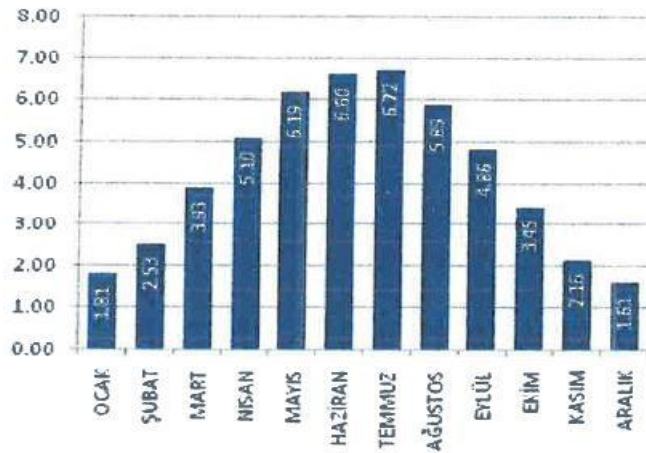
Şekil 3.12. Uşak Kızılcasöğüt belediyesi güneş enerjisi etüt raporu [48].

Uşak ilinin Banaz bölgesine ait güneş enerjisi etüt raporunun bir özeti Şekil 3.13'de verildiği gibidir.



Şekil 3.13. Güneş enerjisi etüt raporu Banaz ilçesi toplam güneş radyasyonu [48].

Buradan hareketle Banaz ilçesinin aylara göre günlük radyasyon değerleri Şekil 3.14'te verildiği gibidir.



Şekil 3.14. Güneş enerjisi etüt raporu Banaz ilçesi toplam güneş radyasyonu [48].

3.6. GÜNEŞ PANELİ KURULACAK ARAZİ SEÇİMİ

Projenin uygulanması için arazinin yaklaşık 8.000 m²'sinin Güneş Panelleri kurulumu için kullanıldığı düşünülmüştür. Güneş panelleri, üzerlerinde gölge kalmayacak şekilde konumlandırılmalıdır ve güneye bakmalıdır çünkü bu 8.000 metrekarelik alan

2.598 metrekarelik fotovoltaik yüzey alanına sahiptir. Uşak Kızılcasöğüt belediyesine ait yapılmış güneş enerjisi etüt raporuna dair özet bilgiler Çizelge 3.9’da verildiği gibidir.

Çizelge 3.8. Uşak Kızılcasöğüt belediyesi güneş enerjisi etüt raporu [48].

Rakım	960m
Ortalama Sıcaklık	12.49°C
Yıllık Güneşlenme Süresi	2690 saat
Güneş Işınımı	1549 kWh/m ² -yıl
Saha Büyüklüğü	2.00 m ²
Kullanılan Güneş Panelleri Yüzey Alanı	2598 m ²
Kurulum Sistemi	Serbest Zemin

Projenin uygulanacağı alanın uydu görüntüsü Şekil 3.14’de verildiği gibidir.



Şekil 3.15. Proje alanı uydu görünümü [48].

Tesise ait geri ödeme süresi için özet bilgiler Çizelge 3.10’da verildiği gibidir.

Çizelge 3.9. Geri ödeme süresi için özet bilgiler [48].

Kurulu Güç	MW	0,4
İhtiyaç Duyulan Arazi	Dönüm	8
Enerji Üretimi	kWh/yıl	564.272
Enerji Tüketimi	kWh/yıl	560.007
Yatırımın Ekonomik Ömrü	yıl	25
İnşaat Süresi	ay	12
Yatırım Tutarı	TL	1.549.000
Yatırımın Finansman Şekli		
- Hibe	%	100
- Özkaynak	%	0
- Yabancı Kaynak	%	0
Satış Fiyatı	Kuruş/kWh	36
Arazi Kirası	Yıllık	0

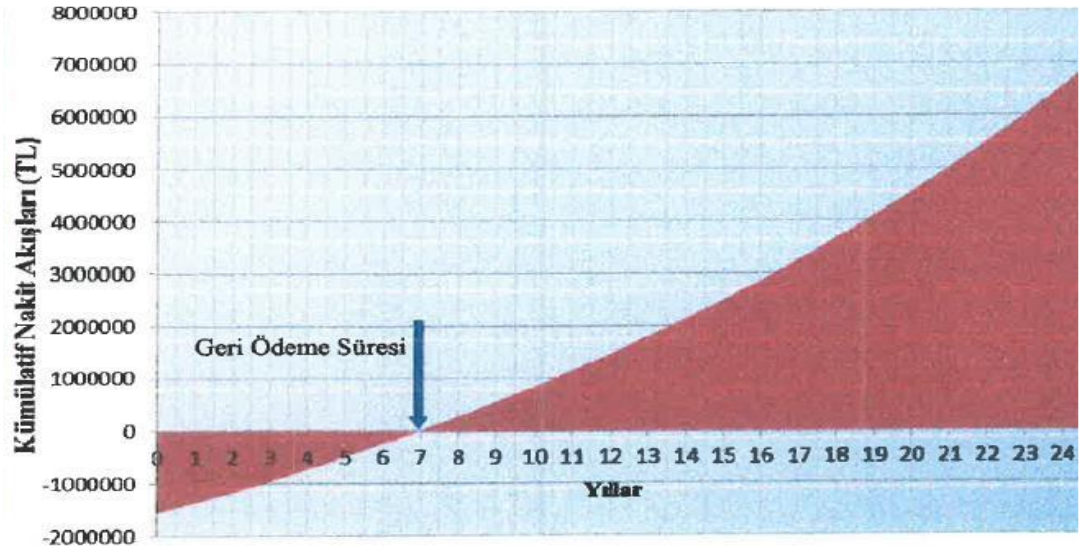
Toplam kurulu gücü 400 kW olacak sistemin ilk faaliyet yılında 564.272 kWh enerji üreteceği tahmin edilmektedir [48]. Tesisin ekonomik ömrünün 25 yıl olduğu tahmin edilmekte olup, yatırımın tamamı 1.549.000 TL'dir. Güneş enerjisi santrali tüm enerji üretimini dengeleyecek ve elektriğin satılacağı fiyat 36 sentten başlayarak belirlenecek [48]. Tesis Belediyenin mevcut tesisleri kullanılarak işletilecektir. Operasyonel bakım ve onarım için 7.745 TL planlanmıştır [48]. Kümülatif nakit akışları grafiği, yatırım getirisinin 6,9 yıl sürdüğünü göstermektedir [48]. Tesisin yıllık gelir tablosu ise Çizelge 3.11'de verildiği gibidir.

Çizelge 3.10. Yıllık gelir tablosu.

Yıl	Net Gelir	Kümülatif Net Gelir	Yıl	Net Gelir	Kümülatif Net Gelir
0	0,000	-1549,000	13	329,601	1794,132
1	195,393	-1353,607	14	344,278	2138,410
2	204,096	-1149,511	15	359,608	2498,018
3	213,187	-936,324	16	375,620	2873,638
4	222,682	-713,642	17	392,344	3265,982
5	232,600	-481,042	18	409,813	3675,795

6	242,959	-238,083	19	428,059	4103,854
7	253,780	15,697	20	447,116	4550,970
8	265,082	280,779	21	467,022	5017,992
9	276,887	557,666	22	487,813	5505,805
10	289,218	846,884	23	509,520	6015,325
11	302,097	1148,981	24	532,212	6547,537
12	315,550	1464,531	25	555,904	7103,441

Enerji tesislerinin maliyeti hesaplamalara dahil edilmiş; ancak arazinin maliyeti ve kamulaştırma dışarıda bırakılmıştır. Nihai fiyat 1.549.000,00 TL olarak belirlenmiştir. Çizelge 3.11’de verilen hesaplamaların ışığında ortaya çıkan kümülâtif nakit akışı grafiği Şekil 3.15’de verildiği gibidir.



Şekil 3.16. Tesisin Kümülatif nakit akışları şekli.

Güneş enerji santralleri profili Çizelge 3.12’de verildiği gibidir.

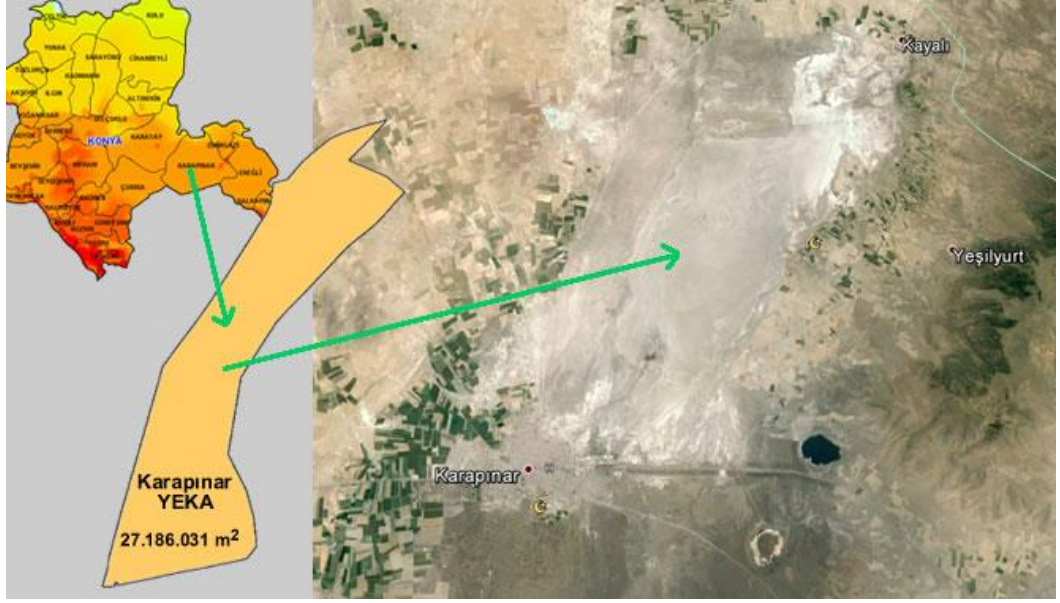
Çizelge 3.11. Güneş enerji santralleri profili [48].

Güneş Enerjisi Santralleri Profili	
Kayıtlı Santral Sayısı	590
GES Kurulu Güç	6.688 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	6,98%
Yıl İçindeki Elektrik Oran Durumu	2,921 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	0,97%
Lisans Durumu	40 Lisanslı, 550 Lisanssız

Türkiye toplamda 6.688 MW kurulu güneş enerjisi kapasitesine sahiptir. Bunlar termal sistem ve fotovoltaik sistemdir. Fotovoltaik sistem, güneş radyasyonunu enerjiye dönüştürmek için paneller kullanır ve bu daha sonra onu bir invertör tarafından kullanılabilir bir forma dönüştürerek kullanılır. Termal sistemlere benzer şekilde sıvı ısıtılır ve bu ısıtılmış sıvı ile mekanik enerji, buhar basıncı yoluyla kinetik enerjiye dönüştürülür. Tesis, Türkiye'nin en büyük güneş enerjisi santrali olarak hizmet vermekte olup Konya'nın Karapınar ilçesinde yer almaktadır.. Ortalama 69.572.560 kWh elektrik üretimi ile Karapınar YEKA-1 GES, 19.155 kişinin günlük yaşamdaki (konut, sanayi, metro taşımacılığı, resmi ofisler, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir. Sadece hane halkı elektrik kullanımı dikkate alındığında, Karapınar YEKA-1 GES 23.292 evin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretebilmektedir. Karapınar ise YEKA alanında ikinci sırada yer alıyor. Tesis bilgisi Çizelge 3.13'deki gibidir.

Çizelge 3.12. Karapınar YEKA bilgileri [48].

Kurulu Güç	85,75 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,09
Üretimde Kapasite Durumu	130 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	70 GWh
2020 Üretimi	9 GWh
Santral Konumu/Yeri	Konya, Karapınar
İşletmeyi Yapan Firma	Kalyon Güneş Enerjisi



Şekil 3.17. Karapınar YEKA alanı'nın yeri [48].

Konya'nın Karapınar bölgesinde yapılan YEKA alanının uydu görüntüsü Şekil 3.16'da verildiği gibidir. Ayrıca, bu bölgede yapılan ölçüm çalışmaları da Şekil 3.16'da yer verilmiştir.



Şekil 3.18. Karapınar YEKA ölçüm çalışması [48].

Karapınar bölgesinde yapılan çalışmalar ile Karapınar YEKA alanı üzerinden geçen enerji iletim hatlarının görünümü Şekil 3.18’de verildiği gibidir.



Şekil 3.19. Karapınar YEKA alanı üzerinden geçen enerji iletim hattı [48].

Enerji iletim hatlarının bulunduğu bu bölgenin 2019 yılının ağustos ayına ait uydu görüntüsü ise Şekil 3.19’da verildiği gibidir.



Şekil 3.20. YEKA alanının 27.08.2019 tarihli Google Earth görüntüsü [48].

50 MWe kurulu güce sahip Türkiye'nin 252. santrali Kayseri OSB firmasına aittir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin ikinci fabrikasıdır. Devasa bir güneş enerjisi tesisi. GES, Kanada Güneş markası altında fotovoltaik güneş panelleri kullandı. Ortalama 73.000.000 kWh'lik elektrik üretimi ile Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali 20.099 kişinin günlük yaşamındaki tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir. Bu santrale ait bir görüntü Şekil 3.20'de verildiği gibidir.



Şekil 3.21. Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali – GES [48].

Böyle bir enerji tesisinin elektriğinin yıllık 73.000.000 kWh Üretimde Kapasite Durumu ithal edilmiş olsaydı, TEİAŞ toptan fiyatına yaklaşık 12.257.430 TL harcamış olacaktı. Arıtma tesisi, idari bina, aydınlatma ve sulama dahil OSB operasyonlarının enerji ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla Kayseri OSB GES kurulmuştur. Kayseri OSB güneş enerjisi santraline ait bilgiler Çizelge 3.14'de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Kayseri OSB güneş enerjisi santrali bilgileri [48].

Kurulu Güç	50 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,05
Üretimde Kapasite Durumu	73 GWh-yıl

Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	73 GWh
Kullanılan Güneş Panelleri	Canadian solar
Santral Konumu/Yeri	Kayseri, Melikgazi
İşletmeyi Yapan Firma	Kayseri OSB

Doğal Yenilenebilir Enerji Şirketi'nin 44 MWe kurulu güce sahip santrali Türkiye'nin 292. santralidir. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin üçüncü fabrikasıdır. Doğal Yenilenebilir Enerji (GES) her yıl ortalama 64.240.000 kWh elektrik üretebilir ve bu da 17.687 kişinin günlük elektrik enerjisi ihtiyacının tamamını karşılamaya yeterlidir. Yalnızca hane halkı elektrik kullanımı dikkate alındığında, Doğal Yenilenebilir Enerji (CBS) 21.507 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretebilmektedir Lisanssız bir enerji üretim tesisinin yıllık elektrik faturasının, ulusal elektrik fiyatlandırmasının aksine bu Üretimde Kapasite Durumuna sahip bir güneş enerjisi santrali ile yaklaşık 25.053.600 TL daha düşük olacağı söylenebilir. Ayrıca yıllık 64.240.000 kWh Üretimde Kapasite Durumuna sahip böyle bir enerji tesisinin ürettiği elektrik başka bir ülkeden ithal edilmiş olsaydı, TEİAŞ toptan fiyatlandırmaya yaklaşık 10.786.538 TL harcamış olacaktı. Bu nedenle, Doğal Yenilenebilir Enerji Güneş Enerjisi Santralleri de ithal enerjiye olan bağımlılığımızı azaltmaya yardımcı olduğu söylenebilir. Santral bilgileri Çizelge 3.15'deki gibidir.

Çizelge 3.14. Doğal yenilenebilir enerji güneş enerji santralleri [48].

Kurulu Güç	44 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,05
Üretimde Kapasite Durumu	64 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	64 GWh
Santral Konumu/Yeri	Ankara
İşletmeyi Yapan Firma	Doğal Yenilenebilir Enerji

Çizelge 3.15. Doğal Yenilenebilir Enerji Güneş Santralleri [48].

İl	İlçe	Güç	Birim
Ankara	Kazan	3,11	MWp
Ankara	Esenboğa	5,95	MWp
Ankara	Esenboğa	5,96	MWp
Ankara	Kızılcahamam	1,17	MWp
Yozgat	Akdağmadeni	3,42	MWp
Afyon	Dazkırı	3,21	MWp
Nevşehir	Çayırılık	10,31	MWp
Bilecik	Söğüt	2,14	MWp
Ankara	Esenboğa	2,39	MWp
Ankara	Esenboğa	2,39	MWp
Yozgat	Sorgun	3,25	MWp
Ankara	Esenboğa	0,74	MWp

Özkoyuncu Madencilik Şirketi'nin 40 MWe kurulu güce sahip elektrik santrali, Türkiye'nin 318. elektrik santralidir. Yalnızca yurt içi elektrik tüketimi dikkate alındığında, Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES tarafından üretilen elektrik miktarı 20.087 haneye tedarik sağlamak için yeterlidir. TEİAŞ, böyle bir tesisin ürettiği 60.000.000 kWh/yıl enerjiyi başka bir ülkeden ithal etmiş olsaydı, toptan fiyattan yaklaşık 10.074.600 TL ödemek zorunda kalacaktı. Santral bilgilerine ait detaylar Çizelge 3. 17'de açıklayıcı bir şekilde verilmiştir.

Çizelge 3.16. Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES [48].

Kurulu Güç	40 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,04
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	60 GWh
Santral Konumu/Yeri	Balıkesir, Karesi
İşletmeyi Yapan Firma	Özkoyuncu Madencilik

Bir diğerk güneş santrali olan Teksin Enerji Güneş santraline dair bir fotoğraf da Şekil 3.21’de verildiği gibidir.



Şekil 3.22. Teksin enerji güneş enerji santrali [48].

Karaman'ın merkez mahallesi Teksin Energy Güneş Enerjisi Santrali'ne ev sahipliği yapmaktadır. Ayrıca tesis Türkiye'nin beşinci büyük tesisi olan devasa bir güneş enerjisi tesisidir. Ortalama 13.767 kW's elektrik üretim hızı ile Teksin Enerji GES, 50.000.000 kişinin günlük elektrik ihtiyacının tamamını (konut, iş yeri, metroda ulaşım, devlet binaları ve çevre aydınlatması dahil) karşılayabilmektedir. Teksin Enerji GES, yalnızca konut elektrik tüketimi düşünüldüğünde 16.739 konuta yetecek kadar elektrik üretebilmektedir [48]. Santral bilgisi Çizelge 3.18’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.17. Teksin Enerji GES Bilgileri [48].

Kurulu Güç	32.12 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,04
Üretimde Kapasite Durumu	50 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	50 GWh
Santral Konumu/Yeri	Karaman, Merkez
İşletmeyi Yapan Firma	Teksin Enerji

Cıngıllı Güneş Enerjisi Santrali, Niğde Bor ilçesinde bulunan bir diğerk enerji tesisidir. Türkiye'nin 436. Niğde'nin en büyük enerji santralidir. Ayrıca Türkiye'nin altıncı

tesisidir. Cıngıllı GES, ortalama 24.512.780 kWh elektrik üretimi ile 6.749 kişinin (konut, sanayi, metro geçişi, resmi daireler ve çevre aydınlatması dahil) günlük elektrik enerjisi ihtiyacının tamamını karşılayabilmektedir. Yalnızca evsel güç kullanımını düşünüldüğünde, Cıngıllı GES 8.206 evin elektrik enerjisi talebini karşılayacak kadar elektrik üretir. Santrale ait bilgiler Çizelge 3.19’da verilmiştir.

Çizelge 3.18. Cıngıllı Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	26 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,03
Üretimde Kapasite Durumu	39 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	25 GWh
2019 Üretimi	10 GWh
Santral Konumu/Yeri	Niğde, Bor
İşletmeyi Yapan Firma	Cıngıllı Organik Tarım

Küçükköy GPP, günlük ortalama 7.709 kWh elektrik üretim hızı ile konut, sanayi, toplu taşıma, resmi binalar ve çevre aydınlatması dahil 28.000.000 kişinin günlük elektrik enerjisi ihtiyacının tamamını karşılayabilmektedir. Sadece evsel elektrik kullanımını dikkate alındığında, Küçükköy Doğalgazı tüm elektrik talepleri ile 9.374 konuta tedarik sağlayabilmektedir. Santrale ait bilgiler Çizelge 3.20’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.19. Küçükköy Güneş Enerjisi Santrali [48].

Kurulu Güç	18,61 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,02
Üretimde Kapasite Durumu	28 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	28 GWh
Santral Konumu/Yeri	Antalya
İşletmeyi Yapan Firma	RES Anatolia Holding

Bir diğer enerji tesisi olan Alibeyköy Güneş Enerjisi Üretim Tesisi Konya'nın Umre ilçesinde yer almaktadır. Tesis aynı zamanda Türkiye'nin sekizincisidir. Devasa bir

güneş enerjisi tesisi olan Alibeyköy Güneş Enerjisi Santrali, ortalama 4.262 kWh elektrik üretimi ile 15.480.165 kişinin günlük elektrik enerjisi ihtiyacının tamamını (konut, sanayi, metro taşımacılığı, resmi makam ve çevre aydınlatması dahil) karşılayabilmektedir. Sadece konut elektrik kullanımını dikkate alındığında Alibeyköy Güneş Enerjisi Santrali 5 bin 183 eve güç sağlayacak kadar elektrik üretebiliyor. Santrale ait bilgiler Çizelge 3.21’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.20. Alibeyköy Güneş Enerjisi Santrali [48].

Kurulu Güç	18 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,02
Üretimde Kapasite Durumu	27 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	15 GWh
2019 Üretimi	4 GWh
Santral Konumu/Yeri	Konya, Çumra
İşletmeyi Yapan Firma	KHM Enerji

Konya'nın Karatay ilçesine bağlı Kızören Mahallesi'nde bulunan Konya Karatay Kızören Güneş Enerjisi Santrali ek bir güç kaynağıdır. Tekno Enerji Şirketi'nin 17,82 MWe kurulu güce sahiptir. Konya Karatay Kızören GES, 8 bin 738 evin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretebiliyor. Ruhsatsız elektrik üretim tesisine sahip ulusal elektrik maliyetleri ile karşılaştırıldığında, bu üretimde kapasite durumuna sahip güneş enerjisi santraline sahip yıllık elektrik faturasının yaklaşık 10.179.000 TL daha ucuz olacağı söylenebilir. Ayrıca, yıllık 26.100.000 kWh Üretimde kapasite durumuna sahip böyle bir enerji tesisinin ürettiği enerji yurt dışından ithal edilmiş olsaydı, TEİAŞ toptan fiyatlandırmaya yaklaşık 4.382.451 TL harcamış olacaktı. Konya Karatay Kızören Güneş Enerjisi Santrali de bu sayede ithal enerjiye olan bağımlılığımızın azalmasına yardımcı oluyor. Santrale ait bilgiler Çizelge 3.22’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.21. Konya Karatay Kızören Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	17,82 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,02
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	26 GWh
Kullanılan Güneş Panelleri	Yingili Solar
Santral Konumu/Yeri	Konya, Karatay
İşletmeyi Yapan Firma	Tekno Enerji

Konya Karatay Kızören Güneş Enerji Santrali'ne ait görüntü Şekil 3.22'deki gibidir.



Şekil 3.23. Konya Karatay Kızören Güneş Enerji Santrali.

Bir diğer güç kaynağı olan Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali ise Nevşehir Derinkuyu bölgesinde yer almaktadır. Ortalama 6.834 kWh elektrik üretimi ile Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali 24.820.000 kişinin (konut, sanayi, metro taşımacılığı, devlet daireleri ve çevre aydınlatması dahil) tüm elektrik taleplerini karşılayabilmektedir. Sadece evsel elektrik kullanımı dikkate alındığında Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali 8.309 eve güç sağlayacak kadar elektrik sağlayabiliyor. Bir diğer güç kaynağı olan Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali ise Nevşehir'in Derinkuyu bölgesinde bulunuyor. Nevşehir Oldukça büyük bir elektrik santralidir, tesis Türkiye'de onuncu. Devasa bir güneş enerjisi tesisi. Santrale ait bilgiler Çizelge 3.23'de verildiği gibidir.

Çizelge 3.22. Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali [48].

Kurulu Güç	17 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,02
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	25 GWh
Kullanılan Güneş Panelleri	Upsolar
Santral Konumu/Yeri	Nevşehir, Derinkuyu
İşletmeyi Yapan Firma	Derinkuyu TM

Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali 'ne ait görüntü ise Şekil 3.23'de verildiği gibidir.



Şekil 3.24. Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali [48].

Bir diğer güç kaynağı olan Alages Adilcevaz Güneş Enerjisi Santrali ise Bitlis Adilcevaz Mahallesi'nde bulunuyor. Alages Adilcevaz Güneş Enerjisi Santrali, ortalama 24.000.000 kWh elektrik üretimi ile 6.608 elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir. Sadece konut elektrik tüketimi düşünüldüğünde Alages Adilcevaz Güneş Enerjisi Santrali 8.035 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek. Santrale ait bilgiler Çizelge 3.24'de verildiği gibidir.

Çizelge 3.23. Alages Adilcevaz Güneş Enerjisi Santrali [48].

Kurulu Güç	16 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,02
Üretimde Kapasite Durumu	24 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	24 GWh
Santral Konumu/Yeri	Bitlis, Adilcevaz
İşletmeyi Yapan Firma	Alages Elektrik Üretim

Diğer bir enerji santrali ise Antalya'nın Korkuteli ilçesinde bulunan Taşkesiği Güneş Enerjisi Santrali'dir. 10,39 MWe kurulu gücü ile Baltech Enerji Şirketinin santrali Türkiye'de 751. sırada yer almaktadır. Taşkesiği GES, günlük ortalama 4.130 kilovat saat elektrik üretim hızı ile konut, sanayi, toplu taşıma, resmi ofisler ve çevre aydınlatması dahil 15.000.000 kişinin günlük elektrik enerjisi ihtiyacının tamamını karşılayabilmektedir. Santrale ait bilgiler Çizelge 3.25'de verildiği gibidir.

Çizelge 3.24. Taşkesiği Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	10,39 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,01
Üretimde Kapasite Durumu	15 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	15 GWh
Santral Konumu/Yeri	Antalya, Korkuteli
İşletmeyi Yapan Firma	Baltech Enerji

Bir diğer enerji tesisi ise Konya'nın Tuzlukçu ilçesinde bulunan Makascı Mühendislik Güneş Enerjisi Santrali'dir. Makascı Mühendislik Firmasına ait santral Türkiye'de 754. sırada yer almakta ve 10,35 MWe kurulu güce sahiptir. Ortalama 4.956 kilovat-saat güç üreten Makascı Mühendislik Elektrik Santrali, 18.000 kişiye günlük elektrik enerjisi ihtiyacının tamamını karşılayabiliyor. Makascı Mühendislik GES, sadece evsel elektrik kullanımı düşünüldüğünde 6.026 konuta elektrik sağlayabilmektedir. Makascı Mühendislik Güneş Enerjisi Santrali bu nedenle dış enerji kaynaklarına olan bağımlılığımızı azaltmaya yardımcı olur. Makascı Mühendislik Güneş Enerji

Santrali'ne ait görüntü ise Şekil 3.24'de verildiği gibidir. Santrale ait genel bilgiler Çizelge 3.26'daki gibidir.



Şekil 3.25. Makascı Mühendislik Güneş Enerji Santrali.

Çizelge 3.25 Makascı Mühendislik Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	10,35 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,01
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	18 GWh
2015 Üretimi	3 GWh
Santral Konumu/Yeri	Konya, Tuzlukçu
İşletmeyi Yapan Firma	Makascı Mühendislik

Konut, sanayi, metro taşımacılığı, devlet binaları ve çevre aydınlatması gibi işlerde kullanılan ortalama 16.729.775 kWh enerji üretimi ile 4.606 kişinin günlük enerji ihtiyacı Bütet GES tarafından karşılanabilir. Sadece evsel elektrik kullanımı dikkate alındığında, Bütet GES 5 bin 601 konuta güç sağlama kapasitesine sahip. Kahramanmaraş'taki Bütet Güneş Enerjisi Santrali, 10 MWe kurulu gücüyle ortalama 4.606 kişilik nüfusa yönelik elektrik enerjisi talebini karşılıyor. Santrale ait genel bilgiler Çizelge 3.27'deki gibidir.

Çizelge 3.26. Bütet Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	10 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,01
Üretimde Kapasite Durumu	26.122 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	17 GWh
2020 Üretimi	7 GWh
Santral Konumu/Yeri	Kahramanmaraş, Afşin
İşletmeyi Yapan Firma	Uluder Elektrik

Bir diğet güç kaynağı olan Renoe Acıpayam Güneş Enerjisi Santrali ise Denizli'nin Acıpayam Mahallesi'nde 781 MW kurulu güce sahip 10 MWe gücünde bir santraldir. Yıllık ortalama 12.450.786 kilovat saat elektrik üretimi ile Renoe Acıpayam GES, 3.428 kişi için tüm elektrik enerjisi gereksinimlerini karşılayabilir. Yalnızca evsel elektrik tüketimi dikkate alındığında, Renoe Acıpayam ges'in elektrik çıkışı 4.168 hanenin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Renoe Acıpayam Güneş Enerjisi Santralinin kurulu gücü 10 MWe'dir, ortalama 3.428 kişinin ihtiyaç duyduğu tüm elektrik enerjisini sağlayabiliyor. Santrale ait genel bilgiler Çizelge 3.28'deki gibidir.

Çizelge 3.27. Renoe Acıpayam Güneş Enerjisi Santrali [48].

Kurulu Güç	10 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,01
Üretimde Kapasite Durumu	15 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	12 GWh
2019 Üretimi	18 GWh
Santral Konumu/Yeri	Denizli, Acıpayam

Özgüçlü Enerji Güneş Enerjisi Santrali, Adıyaman'da yer almaktadır. Özgüçlü GES, ortalama 4.130 kWh elektrik üretimi ile günlük yaşamda ihtiyaç duyulan 15.000.000 kişinin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilmektedir.

Çizelge 3.28. Özgüçlü Enerji Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	9.99 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,01
Üretimde Kapasite Durumu	15 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	15 GWh
Santral Konumu/Yeri	Adıyaman
İşletmeyi Yapan Firma	Özgüçlü Enerji

Özgüçlü Enerji Güneş Enerjisi Santrali Konya'nın Ereli ilçesinde bulunan bir diğer enerji santralidir. Akfen Enerji iştiraki MT Dual Energy tarafından işletilen 9,98 MWe kurulu güce sahip santral, Türkiye'nin toplam 784. santralidir. Bu tesis Türkiye'de 22. sırada yer alıyor. Ortalama 4.787 kilovat saatlik elektrik üretimi ile MTGES, 17.388.075 kişinin günlük elektrik taleplerini karşılayabilir. Yalnızca hane halkı elektrik kullanımı dikkate alındığında, bunlar 5.821 evin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretebilir.

9,98 MWe kurulu güce sahip olan Konya merkezli MT Güneş Enerjisi Santrali, ile ortalama 4.787 kişinin ihtiyaç duyduğu tüm elektrik enerjisini sağlayabilmektedir. Santrale ait genel bilgiler Çizelge 3.30'de verildiği gibidir.

Çizelge 3.29.Özgüçlü Enerji Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	9.98 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,01
Üretimde Kapasite Durumu	15 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	17 GWh
2019 Üretimi	20 GWh
Santral Konumu/Yeri	Konya, Ereğli
İşletmeyi Yapan Firma	Akfen Enerji

Iota Güneş Enerjisi Santrali, Malatya Merkez İlçesi'nde bulunan bir diğer enerji tesisidir. Kurulu gücü 9,95 MWe olan Akfen Enerji iştiraki Iota Güneş Enerjisi santrali, Türkiye'nin toplam 787. enerji santralidir. Iota Güneş Enerjisi Santrali, yalnızca konut elektrik tüketimine dayalı olarak 4.536 eve tüm elektrik ihtiyaçlarını

karşılacak kadar elektrik üretiyor. Santrale ait genel bilgiler Çizelge 3.31’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.30. İota Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	9.95 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,01
Üretimde Kapasite Durumu	19.89996 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	14 GWh
2020 Üretimi	7 GWh
Santral Konumu/Yeri	Malatya, Merkez
İşletmeyi Yapan Firma	Akfen Enerji

Bir diğer enerji tesisi olan Hamal Güneş Elektrik Santrali Sivas Kangal mahallesi yakınlarında bulunmaktadır. YBT Enerji şirketinin 9 MWe kurulu güce sahip santrali, Türkiye'nin 847. enerji santralidir. Bina aynı zamanda Türkiye'nin 30. devasa bir güneş enerjisi tesisidir. Ortalama 13.479.040 kilovat saatlik elektrik üretimi ile Hamal Güneş Enerjisi Santrali, 3.711 kişiye bir günde tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabiliyor. Sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında, Hamal Güneş Enerjisi Santrali 4.513 evin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayacak kadar elektrik üretebilir. Santrale ait genel bilgiler Çizelge 3.32’de verildiği gibidir.

Çizelge 3.31. Hamal Güneş Enerji Santrali [48].

Kurulu Güç	9.9 MWe
Kurul Güç Oran Durumu	%0,01
Üretimde Kapasite Durumu	13.5 GWh-yıl
Yıl İçindeki Elektrik Üretim Durumu	13 GWh
2019 Üretimi	13 GWh
Santral Konumu/Yeri	Sivas, Kangal
İşletmeyi Yapan Firma	YBT Enerji

BÖLÜM 4

ANKET ÇALIŞMASI

Yenilenebilir enerjinin Türkiye açısından gelecekte nasıl bir yeri olacağına dair bir araştırma yapmak amaçlanmıştır. Bu doğrultuda, Türkiye'deki yenilenebilir enerjinin gelecek öngörüsünü belirlemek amacıyla bir anket çalışması yapılmıştır.

4.1.ANKET ÇALIŞMASININ AMACI VE İÇERİĞİ

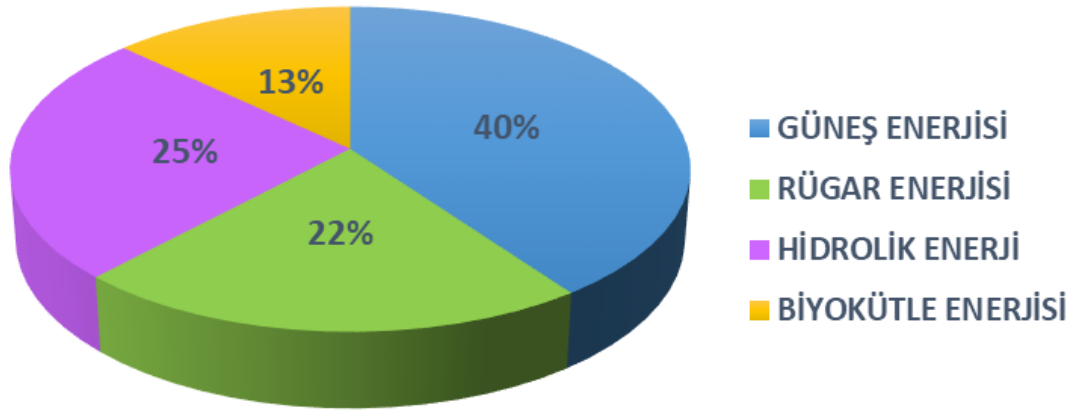
Enerji kullanım yoğunluğu bireysel kullanımdan çok endüstri tarafından sağlanmaktadır. Dolayısıyla sanayi kuruluşlarının, günümüz enerji kaynaklarına alternatif olarak sunulabilen yenilenebilir enerji kaynaklarına bakış açısı oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Türkiye'de faaliyet gösteren firmaların yenilenebilir enerjinin geleceği hakkındaki öngörüsü araştırılmak istenmiştir. Sanayi kuruluşları farklı sektörlerden seçilerek tüm endüstri modellenmeye çalışılmış ve en doğru sonuca ulaşmak hedeflenmiştir.

Firmaların, gelecekte yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı konusunda fikren nerede olduklarını belirlemek için yapılan bu anket çalışmasından çıkan sonuçlar aslında Türkiye genelindeki yenilenebilir enerjinin durumunu da yansıtması açısından büyük önem taşımaktadır.

Türkiye'nin sanayi sektöründe yer alan firmalar ile anket çalışması yapılırken ilgili firmanın seçiminde olabildiğince enerji tüketimi alanında bilinçli aynı zamanda da birbirinden farklı sektörlerden seçilmesine dikkat edilmiştir. Böylelikle her sektörde var olan firmaların bakış açıları ve kullanılan yenilenebilir enerjinin değerlendirilmesi söz konusu olabilecektir.

4.2.ANKETİN UYGULAMASINDAN ELDE EDİLEN SONUÇLARIN İRDELENMESİ

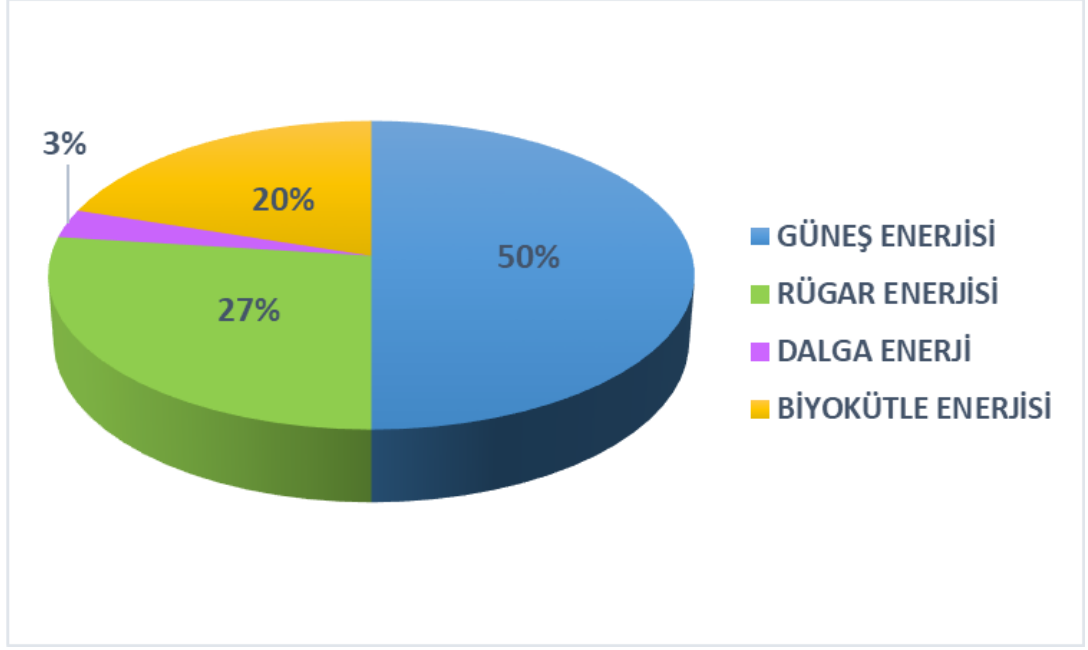
Anket kapsamında yöneltilen ilk soru “5 yıl içerisinde Türkiye, büyük olasılıkla en çok hangi yenilenebilir enerjiye yatırım yapacak?” şeklindedir. İlk soruya verilen cevapların dağılımı grafiksel olarak Şekil 4.1’de gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Bir numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

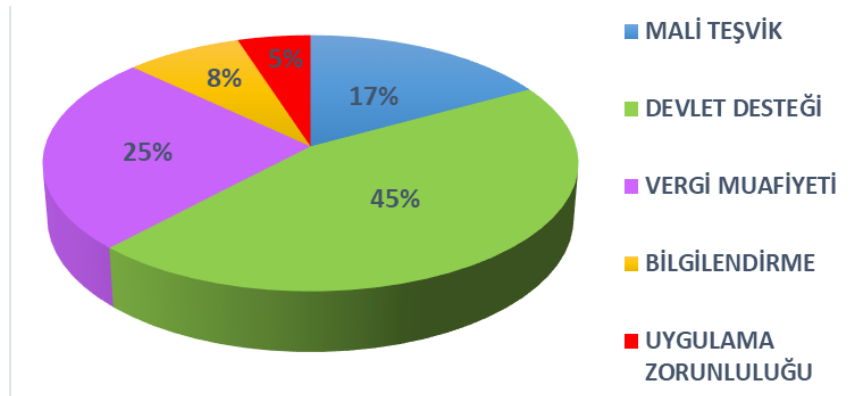
Şekil 4.1’de verilen grafikte de görüldüğü gibi anketin gerçekleştirildiği şirketler tarafından Türkiye’de en fazla yatırım yapılacağını düşündüğü yenilenebilir enerjisi %40’lık oran ile güneş enerjisidir. Daha sonra hidrolik enerji ve rüzgâr enerjisi gelmektedir. Bu iki enerji çeşidi sırasıyla %25 ve %22’lik orana sahiptir. Biyokütle enerjisi ise çevresel faktörler ve iklim şartları açısından dezavantajlı görüldüğünden sadece %13 oranla en az tercih edilen yenilenebilir enerjidir.

Anketten yer alan ikinci soru ise “Hangi yenilenebilir enerjinin 2030 yılına kadar Türkiye genelinde başarıyla uygulanacak en geniş kapsama sahip olacağını düşünüyorsunuz?” şeklindedir. Anket kapsamında yöneltilen soruya verilen cevaplar Şekil 2’de verilen grafik ile görselleştirilmiştir.



Şekil 4.2 . İki numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

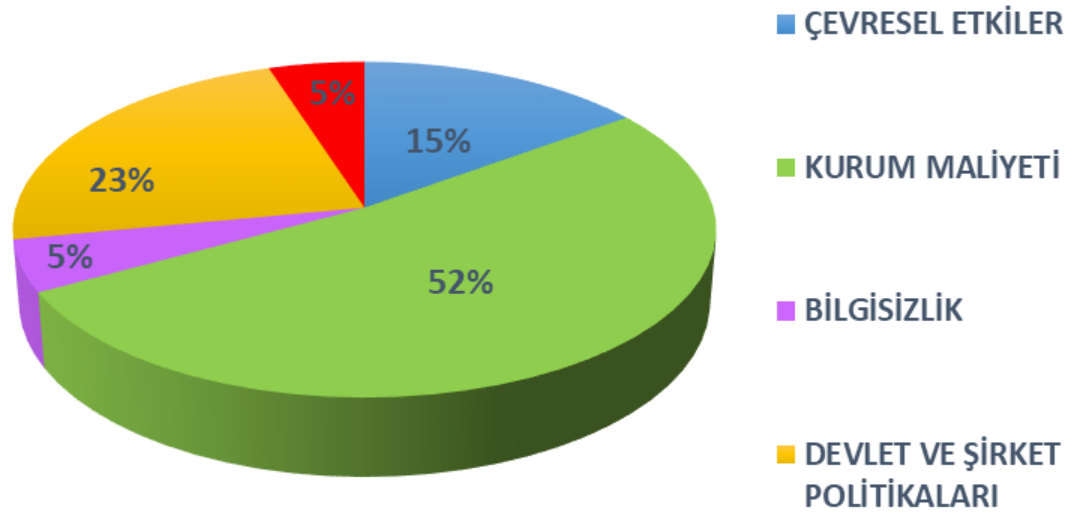
Şekil 4.2’de verilen grafikten de görülebileceği gibi firmalar tarafından Türkiye’de gelecekte başarıyla uygulanacak yenilenebilir enerji çeşidinin %50 oranında güneş enerjisi olduğu düşünülmektedir. Biyokütle ve rüzgâr enerjisi sırasıyla %27 ve %20’lik yakın oranlarla tercih edilirken, en az başarıyla uygulanabilecek olan enerjinin %3 oranla dalga enerjisi olduğu görülmektedir. Ankette yer alan diğer soru ise “Sizce yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttıracak en etkili teşvik politikaları nelerdir?” şeklindedir. Şekil 3’de ilgili soruya verilen cevaplar ile hazırlanmış grafik bulunmaktadır.



Şekil 4.3 . Üç numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

Şekil 4.3’de verilen grafik incelendiğinde ankete katılan bütün firmaların ortak verdiği cevaplar arasında %45 oranla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını arttıracak en etkili teşvik politikasının olarak devlet desteği ver almaktadır. Belirtilen teşvik politikaları arasından firmaların verdiği cevaplarda vergi muafiyeti ve mali teşvik sırasıyla %25 ve %17’lik yakın yüzde oranlarıyla birbirini takip etmektedir. Diğer teşvik politikaları ise %8 oranında bilgilendirme ve %5 oranında uygulama zorunluluğu etkili olarak görülmüştür.

Ankette yer alan bir diğer soru ise “Yenilenebilir enerjinin fosil yakıtlarının yerini almasının önündeki başlıca engeller nelerdir?” şeklindedir. Şekil 4. 4’de ise ilgili soruya verilen cevapların grafiksel gösterimi verilmiştir.

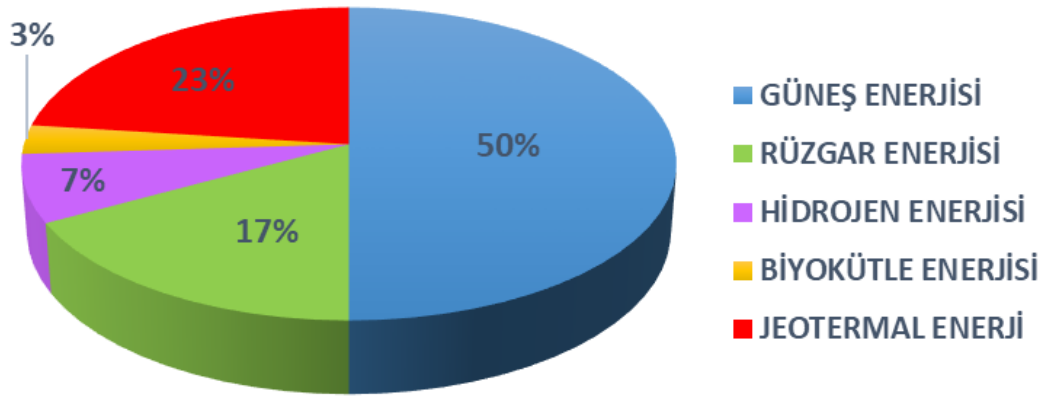


Şekil 4.4 .Dört numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

Şekil 4.4’de verilen grafikten de görülebileceği gibi firmaların yenilenebilir enerji kaynakları yerine fosil yakıt kullanmasının başlıca nedeni %52’lik oranla kurum maliyeti olarak belirtilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının önündeki bir diğer engel ise %23’lük oranla devlet ve şirket politikaları olmuştur. Bir diğer önemli engel ise %15 ile çevresel etkilerdir. Bunlar haricinde yenilenebilir enerji kaynakları yerine üretimi, işlenmesi ve kullanımının çevreye büyük zararlar verdiği fosil yakıtların tercih edilme sebepleri bilgisizlik ve finans ve teknolojik kısıtlardır.

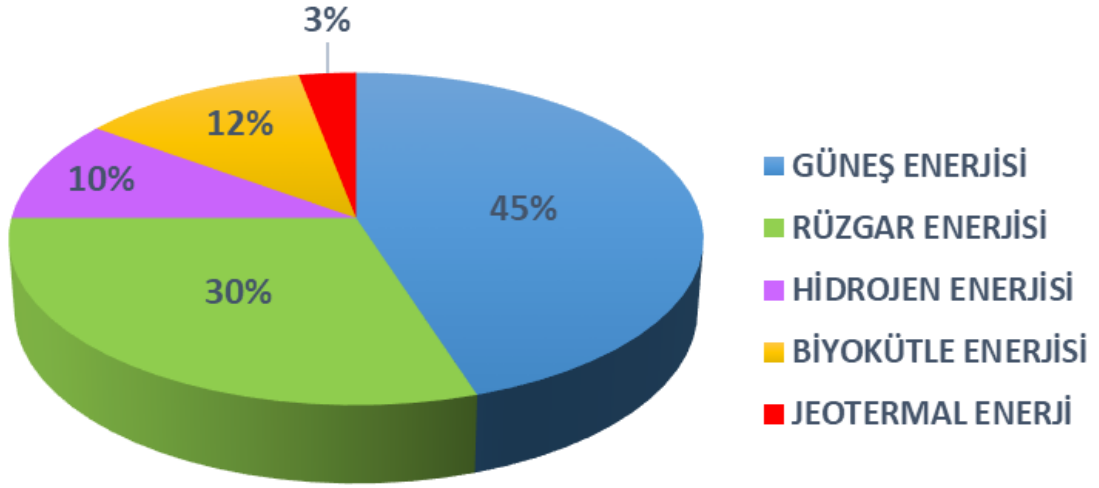
Finans ve teknolojik kısıtlar ile bilgisizlik seçenekleri birbiri ile aynı oranda işaretlenmiş ve %5 olarak istatistiklere yansımıştır.

Ankette yer alan beş numaralı soru ise “Türkiye'nin uzun vadeli kalkınması için hangi yenilenebilir enerji kaynağına yatırım yapılmasını uygun buluyorsunuz?” şeklindedir. Şekil 4.5’de verilen grafikte ankette yer alan beşinci sorunun cevapları bulunmaktadır.



Şekil 4.5 . Beş numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

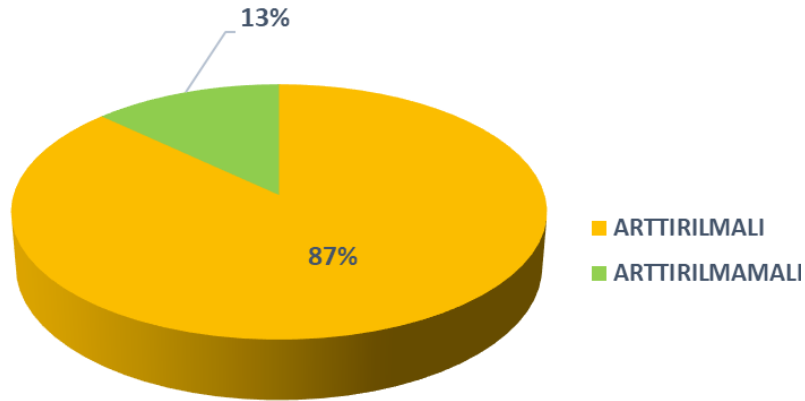
Şekil 4.5’de verilen grafikten de görülebileceği gibi firmaların Türkiye’nin kalkınması için yatırım yapılması gereken enerji kaynağının %50’lik oran ile büyük ölçüde güneş enerjisi olması gerektiği yorumu yapılmıştır. Bunu takiben Jeotermal ve rüzgâr enerjisi yakın oranlarda tercih edilmiştir ve oranları sırasıyla %23 ve %17’dir. En az kalkınma sağlayacak olanlar ise biyokütle ve hidrojen enerjisidir. Yeni ve depolanması konusunda oldukça yol kat edilmesi gereken hidrojen enerjisi %7 oranında seçilirken biyokütle enerjisi %3 oranında seçilmiştir. Ankette yer alan bir diğer soru ise “Türkiye’de gelecek vadede yenilenebilir enerji sektörü sizce hangisidir?” şeklindedir. Verilen cevapların dağılımı Şekil 4.6’da verilen grafikteki gibidir.



Şekil 4.6 . Altı numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

Şekil 4.6’da verilen grafikten de görülebileceği gibi firmaların Türkiye’de gelecek vaat edecek enerji çeşidi olarak tercih edilmesi gereken enerji kaynağının %45 oranıyla güneş enerjisi olması gerektiği yorumunu yapmıştır. %30 oranla tercih edilen rüzgâr enerjisi güneş enerjisine bir rakip olarak düşünülebilir. Hidrolik enerji %12’lik bir oran ile seçilirken hidrojen enerjisi %10 oranında seçilmiştir. En az gelecek vaat eden enerji çeşidi ise %3’lük oran ile jeotermal enerjidir.

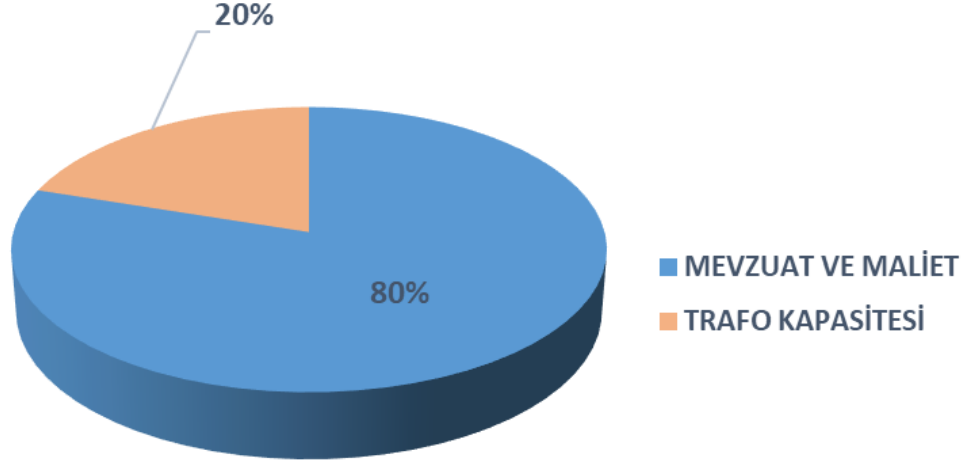
Ankette yer alan bir diğer soru ise “Türkiye 'de güneş enerjisi panellerinin kullanımı sizce yeterli mi arttırılmalı mı?” şeklinde katılımcılara yöneltilmiştir. Yedi numaralı soruya verilen cevapların grafiksel dağılımı Şekil 4.7’de verildiği gibidir.



Şekil 4.7 . Yedi numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

Şekil 4.7’de verilen grafikten de görülebileceği gibi firmaların Türkiye de güneş enerji santrallerinin %87 oranla yeterli olmadığı ve arttırılması gerektiği yorumu yapılmıştır. Önceki sorular ile birlikte inceleyecek olursak gelecek vadeden bir yenilenebilir enerji kaynağı olan güneş enerjisine endüstri tarafından ilgi duyulmakta ve gelişmesi istenmektedir.

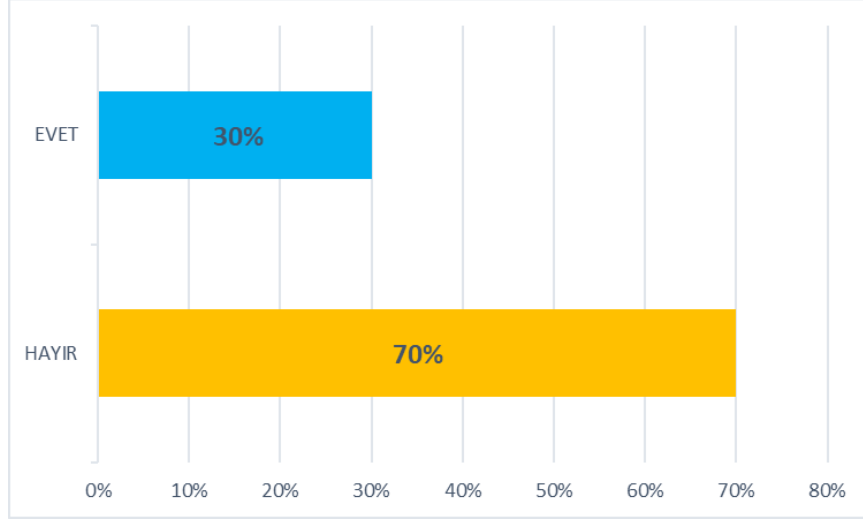
Ankette yer alan bir diğer soru ise “Türkiye 'de güneş enerjisi panellerinin kurulumunda mevcut engeller nelerdir?” şeklindedir. Şekil 4.8’de ise ilgili soruya verilen cevaplar grafiksel olarak gösterimi mevcuttur.



Şekil 4.8 . Sekiz numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

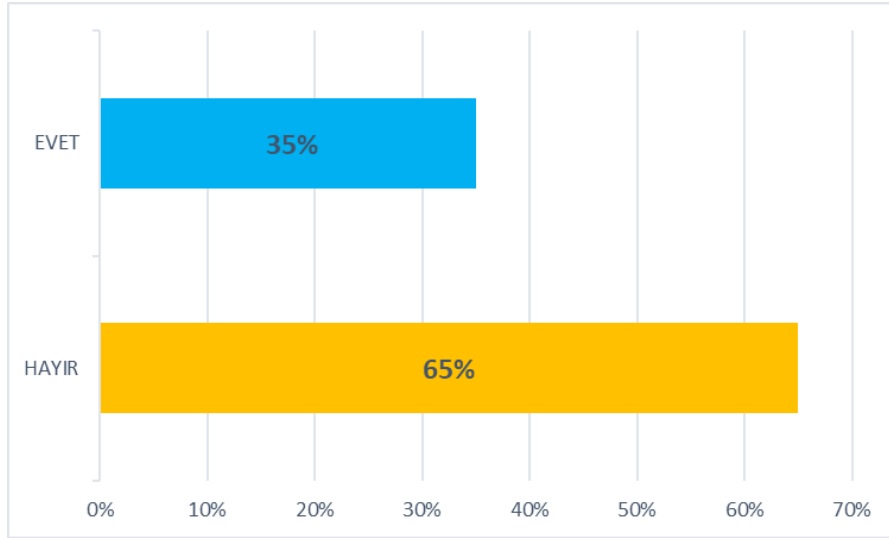
Şekil 4.8’de verilen grafikten ise firmaların GES santrallerinin kurulumuna engel olarak durumlar arasında %80 oranla mevzuat ve maliyet kapasitesinin olduğu düşünülürken %20 oranında trafo kapasitesi olduğu düşünülmektedir.

Ankette yer alan bir diğer soru “Türkiye su kaynakları açısından zengindir ve Hes enerji potansiyeli ile gelecekte kalkınma yaşayacak mı?” şeklindedir. Cevapların dağılımı Şekil 4.9’da verildiği gibidir. Katılımcılar %70 oranında “Hayır” cevabı verirken %30 oranında “Evet” cevabı vermiştir.



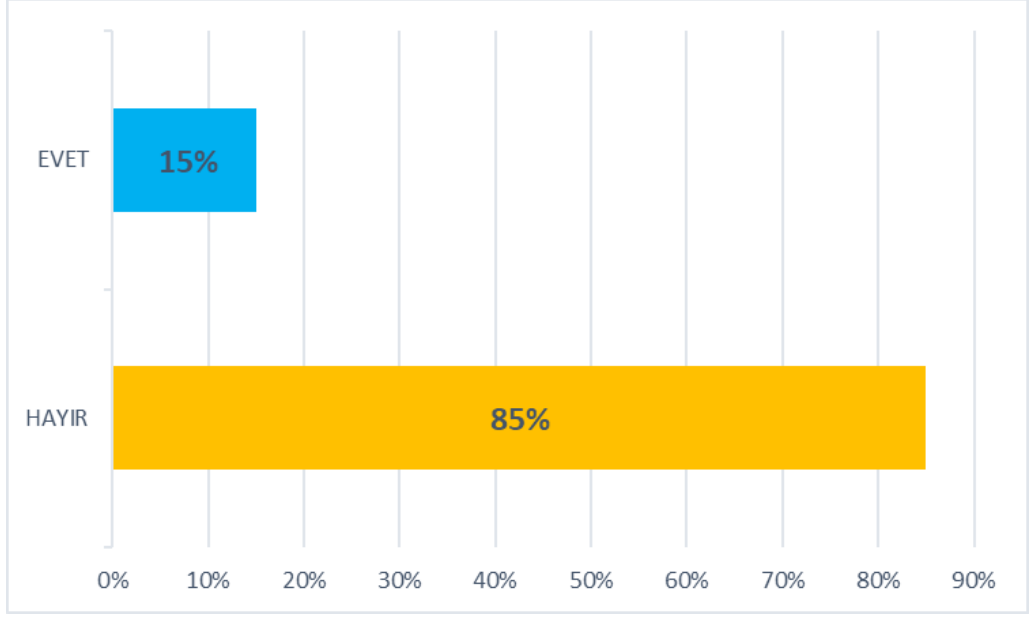
Şekil 4.9 . Dokuz numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

Ankette yer alan bir diğer soru “Türkiye için sürdürülebilir HES mümkün mü?” şeklindedir. Cevapların dağılımı Şekil 4.10’da verildiği gibidir. Katılımcılar %65 oranında “Hayır” cevabı verirken %35 oranında “Evet” cevabı vermiştir.



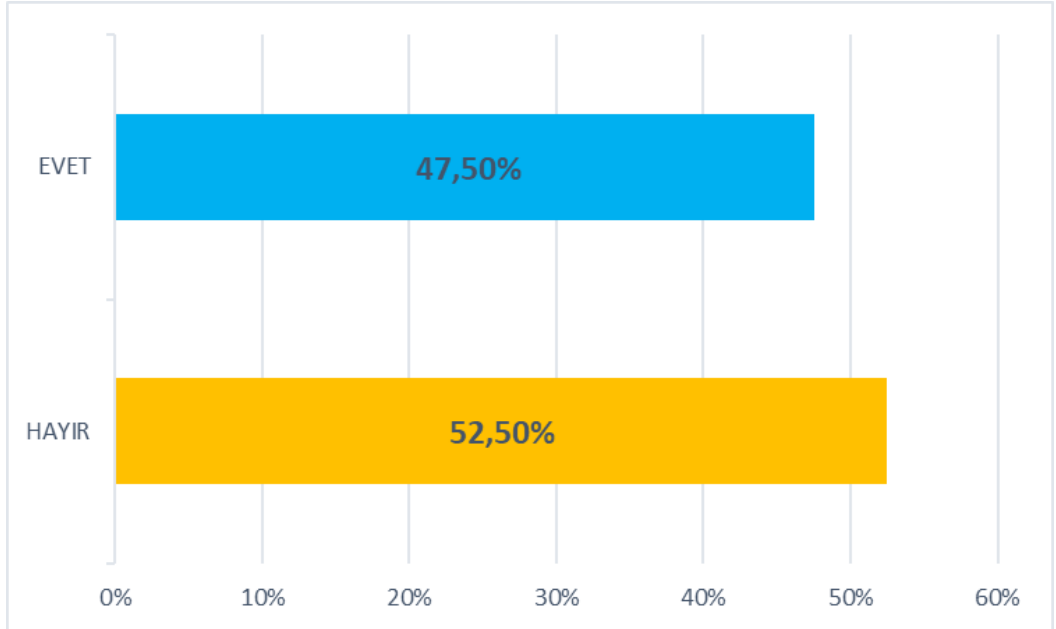
Şekil 4.10 . On numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

Ankette yer alan bir diğer soru “HES yaparak enerjide dışa bağımlılıktan kurtulabilecek miyiz?” şeklindedir. Cevapların dağılımı Şekil 4.11’de verildiği gibidir. Katılımcılar %85 oranında “Hayır” cevabı verirken %15 oranında “Evet” cevabı vermiştir.



Şekil 4.11 . On bir numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

Ankette yer alan bir diğer soru “Ülkemizde yenilenebilir enerji kaynakları yeterli mi?” şeklindedir. Cevapların dağılımı Şekil 4.12’de verildiği gibidir. Katılımcılar %52,5 oranında “Hayır” cevabı verirken %47,5 oranında “Evet” cevabı vermiştir.



Şekil 4.12 . On iki numaralı soruya verilen cevapların dağılımı.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR

Bu çalışmada Türkiye'deki mevcut yenilenebilir enerji kaynakları incelenmiş olup, enerji şirketlerinin yenilenebilir enerji kaynakları hakkındaki fikirlerin değerlendirilebileceği bir ölçek tasarlanmıştır. Literatürde bulunan bu konu ile ilgili yapılmış bilimsel çalışmalar detaylıca incelenmiş, nicel veri toplama yöntemi yardımı ile literatürdeki çalışmalarda uygun sorular seçilmiştir. Sorular, yenilenebilir enerji kaynaklarının var olan potansiyelini ortaya çıkarmak amacıyla uygun şekilde hazırlanmasına dikkat edilmiştir.

Enerji elde etmek amaçlı kurulan güneş santrallerinin verimliliğini etkileyen en temel koşullardan birisi, tesisin kurulacağı bölgenin güneş enerji potansiyelidir. Türkiye; güneş enerjisi kullanıma uygun bir coğrafi konumdadır. Buna karşılık; mevcut güneş enerji uygulamaları ülkemizde yetersizdir. Güneş enerjisi; değerlendirmelerin yapıldığı şirketlerin en fazla yatırım yapılacağını düşündüğü yenilenebilir enerjidir. Tüm enerji şirketlerinin hemfikir olduğu cevaplarda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ile enerji üretimi arttıracak ve bu noktada en etkili teşvik politikaları arasında; devlet politikaları ve kurulum maliyeti en önemli faktör olarak görmektedir. Bununla birlikte vergi muafiyeti, mevzuat, uygulama zorunluluğu ve teşvik politika yaptırımları düzenlenmesinin de etkili olacağı ön görülmektedir.

Türkiye bol miktarda yenilenebilir enerji ve kurulumu potansiyeline sahiptir. Yakın gelecekte güneş, hidroelektrik, rüzgâr ve jeotermal enerji ile diğer yenilenebilir kaynakların üretimini arttırmayı planlamaktadır. Yeterince kullanılması ve verimli bir şekilde dağıtılması halinde bu potansiyel, gelecekte Türkiye'nin enerji talebinin karşılanmasında rol oynayacaktır. Türkiye'nin kalkınması için yatırım yapılması gereken enerji kaynağının büyük ölçüde güneş enerjisi olması gereklidir.

Gelişmiş ülkeler sürekli olarak artan enerji gereksinimini gidermek amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmaya başlamıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimini yaygınlaştırmak ve prosesi geliştirmek amacıyla ihtiyaç duyulan gelişmiş teknolojik hamleler yaptıkları yatırımlar ile desteklemektedir. Türkiye henüz güneş enerjisinde yolun çok başındadır. Fosil yakıt kaynaklarının temin edilmesi ve ihtiyaçtan kaynaklı ortaya çıkan ticari ortam her geçen gün daha fazla politik ve fiyat dalgalanmalarına sebep olmaktadır. Saf bir şekilde enerji sağlayabilir olma yeteneği güneş enerjisinin en büyük avantajlarından biridir. Güneş, birçok farklı alanda fayda sağlayan ender ve sınırsız bir kaynaktır.

Artan fosil yakıtlarına karşılık güneş enerjisi ile son on yılda elektrik enerjisinin üretimi, Watt başına fiyatı yarıdan fazla ucuzlamıştır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak ekonomik iyileştirmeler de girerek kısa zamanda daha da ucuz olacaktır. Türkiye’de elektrik enerji üretimine kaynak olarak en çok fosil kaynaklar kullanıldığı tespit edilmiştir. Fosil yakıtların kullanımı ile üretilen sera gazları, artan küresel sıcaklıklara ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Bu nedenle, güneş enerjisi gibi yenilenebilir bir enerji kaynağına yatırım yapmak oldukça akıllıca olacaktır. Fosil yakıtların kullanılmasına karşılık güneş enerjisinin kullanılması ve bu yöntem ile elektrik enerjisinin üretilmesi açığa çıkan sera gazı emisyonlarını ve karbondioksit salınımını büyük oranda kısıtlayacaktır. Uzun vadede bakıldığında, güneş enerjisinin üretim yapısının maliyetinin nasıl karşılanacağı konusu şu anlık güneş enerjisi sitemlerinin önündeki en realist engeldir.

Güneş enerjisine ait yatırım ve teşvikler planlanmalıdır. Bu süreçte diğer üretim kaynaklarına ve şebekeye uzun vadeli etkisi hesap edilmelidir. Yapılan çalışma en az 10 yıllık entegre planlar içermelidir. Buna ek olarak enerji depolama alanında ve üretim dengeleme sistemlerinde yapılan teşviklerin de paralelde hızlandırılması ve değerlendirilmesi gerekmektedir. İlgili yatırımların sağlanması ise Türkiye’nin elektriğinin %5-7’sini uzun vadede güneşten elde etmesi mümkündür. Bu süreçte fatura miktarında ise büyük değişiklikler beklenmemektedir. Böylelikle, yenilenebilir enerji kaynaklarının maliyetleri az olacak ve oldukça yeterli miktarda üretim sağlanabilecektir.

Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılama oranına bakıldığında elektrik enerjisi üretimi için ezici bir çoğunlukla fosil kaynaklar tercih edilmektedir. Bilindiği gibi fosil yakıtların başta çevreye olmak üzere birçok olumsuz etkisi bulunmaktadır. Bunun haricinde fosil yakıt kaynaklarının kısıtlı olduğu ve Türkiye'nin ithalat esnasında oldukça yüksek miktarlar ödediği de bilinmektedir. Buna karşılık olarak yenilenebilir enerji kaynaklarını çevreye etkisine değinildiğinde büyük oranda çevreye zarar vermeyen ve enerji dönüşüm prosesleri sonucu atık olarak nitelendirilebilecek zararlı madde salınımının olmadığı görülmektedir.

Yenilenebilir enerji kaynakları arasında gelecekte en çok tercih edilmesi gereken enerji kaynağı olarak güneş gösterilmektedir. Türkiye'nin güneş enerjisi konusunda oldukça ciddi yatırımları mevcuttur. Bunlardan birisi 2023 yılında minimum düzeyde 20,000 MW yeni lisans kapasitesine ulaşılması hedeflenmiştir. Bu noktada dikkat edilmesi ve yatırım yapılması gereken bir diğer unsur ise altyapısal eksikliklerin giderilmesi ve maksimum düzeyde verim alınabilmesi için gerekli ortamın hazırlanmasıdır.

Güneş enerjisinden yararlanılarak elektrik enerjisi elde edilme süreci, gelişmiş teknolojiler ve hazır sistemler dolayısıyla diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına nazar daha erişilebilir haldedir. Lisanssız olarak yapılan güneş enerjisi yatırımlarının en kısa sürede lisanlı birer yatırıma dönüştürülmesi ekonomik ve enerji verimliliği anlamında oldukça önemlidir.

İthal azaltmak adına yerli ürün kullanımına yönelik var olan teşviklerin değerlendirilmesi ve sürecin ulaşılabilir kılınması gerekmektedir. Yaşam alanları ve yapılar güneş enerjisinden yararlanılabilecek şekilde tasarlanmalı ve enerjiden tasarruf edilmelidir. Özellikle çatılara yerleştirilecek sistemler ile güneşten hem elektrik enerji üretimi hem de ısınma anlamında yararlanılabilmekte, bu teknolojinin yaygınlaştırılması teşvik edilmelidir. Daha az karbon ayak izi bırakarak hızlı büyüme politikası genişletilmeli ve takipçisi olunmalıdır.

Güneş enerjisinin elektrik ve ısınma ihtiyaçlarını karşılamak noktasında yeni bir yöntem olmadığı ve bu alanda birçok teknolojik gelişmelerin yaşandığı bilinmektedir. Bu durum süreçteki eksikliklerin de bilinmesini sağlamıştır. Bilindiği gibi güneş

enerjisine yönelik tesis kurulumu ve işletiminin önündeki en büyük engel mevzuat ve maliyet kapasitesidir. Karbon salınımını minimum seviyeye indirmek adına lojistik eksikliklerden ekonomik engellere kadar büyük bir destek paketinin düzenlenmesi ve ulaşılabilir teşviklerin güncellenmesi gerekmektedir.

Türkiye'nin en fazla ithal ettiği fosil yakıt kaynağı bir petrol türevi olan benzindir ve dünya ülkeleri ile kıyaslandığında ortalamanın üstünde pahalılıkta satın alınmaktadır. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitliliği de düşünüldüğünde ulaşım sektöründe de alternatif yollara gidilmesi oldukça karlı olacaktır. Dünya'da ulaşım alanında enerji kaynağı olarak benzin ve motorin gibi petrol türevleri ezici bir çoğunlukla kullanılmaktadır. Birçok yenilenebilir enerji kaynağını ticari olarak kullanabilme kapasitesi sayesinde elektrik temelli ihtiyaçların giderilmesi konusunda Türkiye oldukça avantajlı bir konumdadır. Özellikle elektrikli araçların kullanımı ve imalatı konusunda Türkiye'nin atacağı adımlar uzun vadede sektörün öncüsü olmak yolunda büyük bir fırsat sağlayacaktır.

Elektrik temelli cihazların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması konusunda yapılacak yatırımlar ile araştırma ve geliştirme merkezlerinin desteklenmesi bu noktada oldukça önemlidir. Teknolojik gelişmelerin öncüsü olmak yalnızca ulaşım sektöründe değil inşaat ve ticaret gibi Türkiye'nin gelişmiş olduğu alanlarda temelini sağlamlaştırmasını sağlayacaktır.

Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları hakkında farkındalık sahibi olduğu ve geleceğe dönük hedefleri olduğu söylenebilir. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı yaptığı bir açıklamada 2023 yılı hedefleri arasında yenilenebilir enerjinin ulusal enerji üretimindeki payını %30 üzerine çıkarma hedefi de bulunmaktadır. Yaygın olarak kullanılan hidroelektrik enerji ile kısıtlı kalınmayacağı ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarında da yatırım yapılacağı ilan edilmiştir.

Yapılacak yatırımlar arasında yenilenebilir enerji kaynakları arasından Türkiye için en yüksek verim beklenen güneş ve rüzgar enerjisi için gerekli ekipmanlar tamamen yerli olarak imal edilmeli ve üretim/işletim akslarında tecrübeli mühendislerin yetiştirilmesi adına üniversitelerde özel eğitim alanları açılmalıdır. Yapılacak tesis ve kapasite

planlamalarında geçmişe dönük harcanan enerji bölgelere göre analiz edilmeli yeterli miktarda tesis temin edilmelidir. Alınacak vergi indirimleri üretici firmalar ve bilinçlendirilmiş tüketici için oldukça büyük bir teşvik olacaktır. Türkiye'nin de imzalamış olduğu Kyoto Protokolü nedeniyle karbon emisyonları azaltıcı girişimlerde bulunmak mecburidir.

Kamuoyu tarafından bilinen güneş enerjisinin yalnızca su ısıtma amaçlı kullanıldığı fikri değiştirilmelidir. Güneş enerjisi ısıtma sistemlerinde olduğu kadar elektrik enerjisinde de kullanılabilen oldukça kazançlı bir yenilenebilir enerji sistemi olduğu yönünde reklam kampanyaları yapıp bu noktada halk bilgilendirilmelidir. Yaşam standartlarını yükseltecek yeterli, sürekli ve temiz enerjinin temini, “güvenilir ve sürdürülebilir enerji politikaları” ile mümkündür.

KAYNAKLAR

- [1]. Enerji Portalı, “Fosil Yakıtşar Nelerdir”, Erişilebilir Link: <https://www.enerjiportali.com/fosil-yakitlar-nelerdir/>
- [2]. Wikipedia, “Enerji”, Erişilebilir Link: <https://tr.wikipedia.org/wiki/Enerji>
- [3]. Maabir, E.T.P. “Enerji Dönüşümü”, Erişilebilir link: <https://maabir.com/enerji-donusumu-nedir/>
- [4]. Çetintaş, Hakan, İ. Murat Bicil, ve Kumru Türköz. “Türkiye’de Enerji Üretiminde Fosil Yakıt Kullanımı ve CO2 Emisyonu İlişkisi: Bir Senaryo Analizi”. EconWorld Working Paper Series, 2017.
- [5]. Enerji, Tütkiye Cumhuriyeti, and Tabii Kaynaklar Bakanlığı. "Kömür."
- [6]. Müşaviri, Petrol Baş. "Petrolün Türkiye'de Tarihçesi."
- [7]. Akpınar, Erdal, and Adem Başbüyük. "Jeoeconomik önemi giderek artan bir enerji kaynağı: doğalgaz." (2011).
- [8]. Yıldırım, Metin, and İbrahim Örnek. "Enerjide son seçim: Nükleer enerji." Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 6.1 (2007): 32-44.
- [9]. Bayraç, H. Naci. "Enerji Kullanımının Küresel Isınmaya Etkisi Ve Önleyici Politikalar." Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 11.2 (2010): 229-259.
- [10]. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Dünya ve Ülkemiz Enerji ve Tabii Kaynaklar Görünümü”, Erişilebilir Link: <http://www.elder.org.tr/Content/yayinlar/enerji%20bakanl%C4%B1%C4%9F%C4%B1%20yay%C4%B1n.pdf>
- [11]. Enerji Portalı, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları Nelerdir”, Erişilebilir Link: <https://www.enerjiportali.com/yenilenebilir-enerji-kaynaklari-nelerdir/>
- [12]. Enerji Portalı, “Güneş enerjisi Nedir”, Erişilebilir Link: <https://www.enerjiportali.com/gunes-enerjisi-nedir-4/>
- [13]. Power Enerji, “ Türkiye Güneş Enerjisi Potansiyel Haritası Bölge İl Güneşlenme Süreleri” Erişilebilir link: <https://www.powerenerji.com/turkiye-gunes-enerjisi-potansiyel-haritasi-bolge-il-guneslenme-sureleri.html>

- [14]. Norm Enerji Sistemleri, "REPA Rüzgar Enerjisi Potansiyel Atlası", Erişilebilir
Link: http://www.normenerji.com.tr/menu_detay.asp?id=10167
- [15]. Enerji Portalı, "Rüzgâr Enerjisi Nedir", Erişilebilir Link:
<https://www.enerjiportali.com/ruzgar-enerjisi-nedir/>
- [16]. ÇED, "Rüzgar Enerji Santralleri", Erişilebilir Link:
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/eduardosya/R%C3%83%C5%93ZG%C3%83%E2%80%9AR%20ENERJ%C3%84%C2%B0%20SANTRALLER%C3%84%C2%B0.pdf>
- [17]. Nişancı, R., V. Yıldırım, and A. E. Özçelik. "Rüzgar Enerjisi Üretim Alanlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi: Trabzon İli Örneği."
- [18]. Canik, Baki, Mehmet Çelik, and Zafer Arıgün. "Jeotermal enerji." Ankara: AÜ FF Yayınları (2000).
- [19]. Enerji Dünyası, "Jeotermal enerji İle İlgili Doğru Bilinen Yanlışlar", Erişilebilir
Link: http://www.enerji-dunyasi.com/yayin/324/jeotermal-enerji-ile-ilgili-dogru-bilinen-yanlislar_25057.html#.YHiUIu4zbIU resim
- [20]. Badruk, Mebrure. "Jeotermal Enerji Uygulamalarında Çevre Sorunları.", Erişilebilir
Link:
https://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/91aece1163477df_ek.pdf
- [21]. Külekçi, Ö. C., 2009. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi. Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi, 1 (2): 83- 91
- [22]. Topal, Murat, and E. Işıl Arslan. "Biyokütle enerjisi ve Türkiye." VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu 17 (2008): 19.
- [23]. Deneysan, "Biyokütle", Erişilebilir Link:
http://deneysan.com/Content/images/documents/es-07_182760.pdf
- [24]. Üçgül, İbrahim, and Gökçen Akgül. "Biyokütle teknolojisi." Yekarum 1.1 (2010).
- [25]. TEKNODAN, "Türkiye Toplam Biyokütle Potansiyeli Haritası", Erişilebilir
Link: <https://biyogazder.org/makaleler/mak39.pdf>
- [26]. Anonim, "Hidroelektrik Enerji ve Türbinler" erişilebilir Link:
https://www.erbakan.edu.tr/storage/files/department/elektrikelektronikmuhendisligi/Editor/DERS/YElkEnrUrt/Hidroelektrik_Enerji_T%C3%BCrbinleri.pdf

- [27]. ÇED, “Hidrolik Santraller”, Erişilebilir Link: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/eduardosya/H%C3%84%C2%B0DROL%C3%84%C2%B0K%20SANTRALLER.pdf>
- [28]. Anonim, “Hidrojen Enerjisi”, Erişilebilir Link: <https://elektrikinfo.com/hidrojen-enerjisi-nedir/>
- [29]. Anonim, “Hidrojen Enerjisi Özellikleri” Erişilebilir Link: <https://www.thesisat.org/hidrojen-enerjisi-ozellikleri.html>
- [30]. Bedir, Fevzi, Muhammet Kayfeci, ve Ümran Elmas. "Hidrojen Gaz Yakıtlarının İletilmesinde ve Depolanmasında Dikkat Edilmesi Gereken Güvenlik Kuralları Ve Alınması Gereken Tedbirler." Erişilebilir Link: <http://www.hpkon.net/wp-content/uploads/mdocs/2014-04.pdf>
- [31]. Sağlam M ve Uyar T.S., “Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli”. Erişilebilir Link: https://www.emo.org.tr/ekler/20bb2d9a50d5ac1_ek.pdf
- [32]. Ün, Ümran T., "Dalga Enerjisi Teknolojisi, Ekonomisi, Çevresel Etkisi ve Dünyadaki Durumu", Erişilebilir Link: https://www.emo.org.tr/ekler/6a781dbfd8e524b_ek.pdf
- [33]. Kumbur, Halil, et al. "Türkiye’de geleneksel ve yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli ve çevresel etkilerinin karşılaştırılması." Yeksem 2005, III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi (2005): 19-21.
- [34]. Anonim, “Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Teknolojileri”, Erişilebilir Link: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/18478/mod_resource/content/0/YENI%20ENERJ%20KAYNAKLARI%20TEKNOLOJ%20BOLER%20207.pdf
- [35]. Şenlik, İrfan. “Güneş Enerjisi Santrallerinin Yer Seçimi”, Erişilebilir Link: https://www.emo.org.tr/ekler/38bcc4b92d0ddf_ek.pdf?dergi=1114
- [36]. KPMG, “Sektörel Bakış”, Erişilebilir Link: <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/tr/pdf/2019/03/sectorel-bakis-2019-enerji.pdf>
- [37]. MGM, “Güneşlenme Süresi”, Erişilebilir Link: <https://mgm.gov.tr/>
- [38]. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Güneş”, Erişilebilir Link: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-gunes>
- [39]. Yitgin, Burak. Türkiye organize elektrik piyasalarında talep tarafı katılımı regülasyonu. MS thesis. Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2017.

- [40]. Wikiwand, “Lisanssız Elektrik Üretimi”, Erişilebilir Link: https://www.wikiwand.com/tr/Lisans%C4%B1z_elektrik_%C3%BCretimi
- [41]. Hamurtaş A.Ş., “GES”, Erişilebilir Link: <http://www.hamartas.com.tr/ges/>
- [42]. Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği, “Güneş Enerjisi”, Erişilebilir Link: gensed.org
- [43]. Bilim ve Teknik “Güneş Enerjisinde Kullanılan Yeni Teknolojiler ve Farklı Yöntemler“, Erişilebilir Link: <https://bilimteknik.tubitak.gov.tr/pdf/temmuz-2013>
- [44]. Solarbaba, “Türkiye Güneş Enerjisi Pazarı”, Erişilebilir Link: <https://solarbaba.org/>
- [45]. İnter Solar, “Intersolar Events - Connecting Solar Business”, Erişilebilir Link: <https://www.intersolarglobal.com/en/home>
- [46]. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, “Enerji Strateji Belgesi ve Türkiye Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı, 2012”, Erişilebilir Link: <https://www.ebrd.com/documents/admin/trkiye-ulusal-yenlenebilir-enerji-eylem-planı.pdf>
- [47]. Deniz, Mehmet. "Termal Turizm Açısından Kayaagıl Termal Tesisleri (Uşak)."
- [48]. Enerji Atlası, “Güneş Santralleri”, Erişilebilir Link: <https://www.enerjiatlası.com/gunes/>
- [49]. Demir, İ., (2006). Kyoto Protokolü Amaçlarına Ulaşabilme Yolunda Dünya Enerji Kullanımında Meydana Gelebilecek Değişiklikler. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:8, Sayı:2.
- [50]. Kaya, Hulusi Ekber. (2020) Kyoto’dan Paris’e Küresel İklim Politikaları. Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi,165-191
- [51]. Mazlum, Semra, C. (2008). Uluslararası İklim Politikası: Hakkaniyet ve Sürdürülebilirlik Ekseninde Bir Değerlendirme, Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü: İklim Değişikliğinin Bilimsel, Ekonomik ve Politik Analizi, Bağlam Yayıncılık, İstanbul.
- [52]. Erk, N.(2017). İklim Değişikliği ve Tarımsal Üretim Üzerine Etkileri. Küresel Isınma, İklim Değişikliği ve Sosyo-Ekonomik Etkileri, Nobel Yayıncılık, İstanbul.
- [53]. Bozoğlu, B. (2019). 21. Yüzyılda İklim Krizi, Paris Anlaşması ve İklim Değişikliğine Uyum, Dorlion Yayınevi, İstanbul.

- [54]. Bodansky, D.(2016). The Paris Climate Change Agreement: A New Hope?, American Journal of International Law, Cilt:110, Sayı:2.
- [55]. Erişilebilir Link: [Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği \(mevzuat.gov.tr\)](http://www.mevzuat.gov.tr)
- [56]. Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği Enerji Verimliliği Kanunu
- [57]. Sıfır Enerji Bina Nedir ? Erişilebilir Link:[Sıfır Enerji Bina Nedir ? | ZeroBuild Türkiye](http://www.zero-build.com.tr) adresinden 06.02.2023 tarihinde.
- [58]. Elektrik Mühendisleri Odası Raporu. adresinden 06.03.2023 tarihinde Link: https://www.emo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=88369
- [59]. 2022 Yılı Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı Enerji Sektörü Özet Raporu Link: <https://www.elder.org.tr/> adresinden 06.03.2023 tarihinde.
- [60]. Türkiye Elektrik Üretim İstatistikleri Link: <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri> adresinden 06.03.2023 tarihinde.

ÖZGEÇMİŞ

Afra Nur KARADAĞ, Karabük Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği lisans mezunudur. Orta derecede İngilizce becerisi bulunmaktadır. Enerji sektöründe uzmanlık çalışmaları bulunmaktadır.