



T.C.

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ENERJİ SİSTEMLERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ÇORUM İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIM
POTANSİYELİ VE ANALİZİ**

Yüksek Lisans Tezi

Şahmerdan Sefa DİLMEN

Çorum - 2023

**ÇORUM İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIM
POTANSİYELİ VE ANALİZİ**

Şahmerdan Sefa DİLMEN

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. Mehmet Fatih IŞIK

Çorum 2023

Şahmerdan Sefa DİLMEN tarafından hazırlanan “Çorum İlinin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyel Kullanımı ve Analizi” adlı tez çalışması 22/09/2023 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Ünal KURT

.....

Doç.Dr. Mehmet Fatih IŞIK

.....

Dr.Öğr. Üyesi Bilge Han TOZLU

.....

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../..... tarih ve sayılı kararı ile Şahmerdan Sefa DİLMEN'in Enerji Sistemleri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Prof. Dr. Muhammed Asif YOLDAŞ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Şahmerdan Sefa DİLMEN

ÇORUM İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIM POTANSİYELİ VE ANALİZİ

Şahmerdan Sefa DİLMEN

ORCID: 0000-0001-9347-8705

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

Eylül 2023

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Çorum ilinin yenilenebilir enerji kaynaklarının potansiyeli, kullanım durumu ve analizi yapılmıştır. Çorum ili Karadeniz Bölgesi'nde yer alan yenilenebilir enerji potansiyel bakımından ülkemizin önemli yerleşimlerinden biridir. Bu tez çalışması içeriğinde enerji üzerine temel bilgiler verilmiş, enerji çeşitleri olan hidroelektrik enerjisi, termik enerji, jeotermal enerji, rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve diğer enerji kaynakları hakkında bilgiler sunulmuştur. Bunun yanında enerjinin iletimi ve dağıtım süreci hakkında geniş bir bilgi verilmiştir. İletim ve dağıtım sürecinde kullanılan şalt elemanları detaylı bir şekilde irdelenmiştir. Sunulan bilgiler ışığında Çorum ili için potansiyel enerji durumu ortaya konulmuştur. Verilen potansiyel bilgilere göre Çorum ilinin enerji analizi yapılmıştır. Yapılan analiz kurumlardan alınan veriler ışığında ortaya konulmuş, bu kapsamda kurulu olan mevcut faaliyetlerini sürdüren yenilenebilir güç santralleri hakkında bilgiler analiz edilmiştir.

Anahtar Kavramlar: Tesisat Teknolojisi, Elektrik Tesisleri, Yüksek Gerilim, Elektrik Enerjisi ve Güç Sistemleri, Elektrik Enerjisi ve Güç Sistemleri

Bilim Kodu: 92808,90513

USAGE POTENTIAL AND ANALYSIS OF RENEWABLE ENERGY RESOURCES IN ÇORUM PROVINCE

Şahmerdan Sefa DİLMEN

ORCID: 0000-0001-9347-8705

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL

Master of Science Thesis

September 2023

ABSTRACT

In this thesis study, the potential, usage status and analysis of renewable energy resources of Çorum province were made. Çorum province, located in the Black Sea Region, is one of the important settlements of our country in terms of renewable energy potential. In this thesis, basic information on energy is given, and information about energy types such as hydroelectric energy, thermal energy, geothermal energy, wind energy, solar energy and other energy sources is presented. In addition, detailed information is given about the transmission and distribution process of energy. Switchgear elements used in the transmission and distribution process have been examined in detail. In the light of the information presented, the potential energy situation for Çorum province has been revealed. According to the potential information provided, energy analysis of Çorum province was carried out. The analysis was put forward in the light of the data received from the institutions, and in this context, information about the renewable power plants established and continuing their current activities was analyzed.

Key Terms: Installation Technology, Electrical Installations, High Voltage, Electrical Energy and Power Systems

Science Code: 92808, 90513

TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın hazırlanmasında ve yüksek lisans eğitimim boyunca bana yol gösteren, yoğun iş temposuna rağmen kıymetli vakitlerini bana ayıran ğrencisi olmaktan onur duyduğum değerli danıőmanım Doç. Dr. Mehmet Fatih IŞIK' a, Enerji Sistemleri alanında katkıları olan hocalarıma, eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen kenidisinde eğitime gönül vermiş bir eğitimci olan değerli eőim Selda DİLMEN ve kızlarıma, değerli iş arkadaşlarıml Remzi ÇETİN ve Yasin CANBOLAT'a sonsuz teşekkür ederim.

Şahmerdan Sefa DİLMEN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
RESİMLER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xv
GİRİŞ	1

1.BÖLÜM

ENERJİ

1.1.Enerji Çeşitleri.....	4
1.2.Yenilenebilir Enerji	5
1.2.1.Güneş enerjisi.....	5
1.2.2.Rüzgar enerjisi.....	6
1.2.3.Hidroelektrik enerjisi.....	6
1.2.4.Jeotermal enerji.....	6
1.2.5.Biyokütle enerjisi.....	6
1.3.Neden Yenilenebilir Enerjiye İhtiyaç Duyarız	8
1.4.Yenilenebilir Enerji Çeşitleri.....	8
1.4.1.Hidroelektrik enerjisi.....	9
1.4.2.Termik enerji.....	11
1.4.3.Jeotermal enerjisi	12
1.4.5.Rüzgâr Enerjisi.....	18

1.4.6.Güneş Enerjisi	19
1.4.7.Nükleer Enerji	21
1.4.8. Gel-git Enerjisi.....	23
1.4.9. Biyokütle Enerjisi	223
1.4.10. Deniz Dalga Enerjisi.....	23

2. BÖLÜM

ENERJİNİN İLETİMİ VE DAĞITIMI

2.1.Enerjinin İletimi.....	26
2.2.Enerji Dağıtımı	27
2.2.1 Transformatör	29
2.2.2 Elektrik dağıtım ağı.....	31
2.2.3 Elektrik sayacı ve ölçümü	32
2.2.4 Son kullanıcılar	33

3. BÖLÜM

ÇORUM İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIM POTANSİYELİ VE ANALİZİ

3.1. Çorum'da Güneş Enerjisi Santrali (GES) Potansiyeli Ve Analizi	34
3.1.1. Alaca GES.....	37
3.1.2. Sungurlu GES.....	38
3.1.3. Uğurludağ GES	38
3.2. Çorum'da Jeotermal Potansiyeli Ve Analizi.....	39
3.3. Çorum'da Rüzgâr (RES) Potansiyeli Ve Analizi	40
3.3.1.Ülkemizde kullanılan rüzgar santralleri.....	41
3.4. Çorum'da Biyokütle Potansiyeli Ve Analizi	45
3.5. Çorum'da Hidroelektrik (HES) Potansiyeli Ve Analizi.....	47
3.5.1.obruk barajı ve hidroelektrik santrali.....	48

3.5.2.Kargı Kızılırmak Barajı ve HES.....	50
3.5.3.Ülkün regülatörü ve HES.....	50
3.5.4.Pirinçli regülatörü ve HES.....	51
3.5.5.İncesu Hes.....	53
3.6. Çorum'da Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Güçlü Yönleri.....	54

4. BÖLÜM

ENERJİ ÜRETİM SANTRALLERİ MALİYET ANALİZİ

4.1. İlk Yatırım Maliyeti	58
4.2. İşletme Bakım Ve Onarım Maliyeti.....	58
Sonuç.....	64
KAYNAKÇA	66

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1.1. Türkiye kurulu güce göre üretilen enerjinin 2010-2020 yılları arasında değişimi ..7	
Tablo 3.1. Çorum il merkezi ve ilçeleri güneş kaynaklı elektrik üretimi potansiyel durumları.....	36
Tablo 3.2. Çorum güneş enerjisi santralleri	37
Tablo 3.3. Çorum ilinde mevcut olan jeotermal kaynaklar	40
Tablo 3.4. Rüzgâr türbini markaları ve kurulu güçleri	42
Tablo 3.5. Çorum bölgesinde lisans verilen ve ön lisans alan firmalar.....	45
Tablo 3.6. Çorum iline ait hayvansal veriler rakamsal olarak gösterilmesi	45
Tablo 3.7. Çorum iline ait hayvansal, bitkisel ve kentsel atık miktarı (ton/yıl) rakamsal olarak gösterilmesi.....	46
Tablo 3.8. Çorum ili biyokütle enerji santralleri kurulu güç kapasiteleri	46
Tablo 3.9. Kızılırmak Üzerinde faal hâde bulunan hidroelektrik enerji santralleri	47
Tablo 3.10. Obruk Barajı ve HES'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretimi oranı.....	49
Tablo 3.11. Kargı Kızılırmak Barajı ve HES'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretimi oranı.....	50
Tablo 3.12. Ülkün Regülatörü ve HES 1-2 'ye ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretimi oranı.....	51
Tablo 3.13. Pirinçli Regülatörü ve HES'e ait karakteristik özellikler.	52
Tablo 3.14. İncesu HES' ait bilgiler.....	52
Tablo 3.15. İncesu HES 'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretimi oranı.....	53
Tablo 3.16. Çorumda bulunan akarsular	54
Tablo 3.17. Çorum'da kullanım yerlerine göre elektrik tüketimi (MWh).....	54
Tablo 3.18. Çorum'da enerji üretim alanları ve verilen lisanslar	55

Tablo 3.19. Çorum il merkezi ve ilçeleri güneş kaynaklı elektrik üretimi potansiyel durumları.....	56
Tablo 4.1. Enerji üretim santralleri yatırım harcamaları.....	59
Tablo 4.2. Enerji türlerine göre toplam kurulum maliyeti, kapasite faktörü ve seviyelendirilmiş elektrik maliyeti, 2010 ve 2020 arası	63



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Türkiye'deki kurulu gücün birincil enerji kaynaklarına göre değişimi (Url-1, 2022)	7
Şekil 1.2. Su çevrimi (Avcıoğlu,2017)	10
Şekil 1.3. Hidroelektrik santral (Url-10, 2022)	11
Şekil 1.4. Termik santral yapısı (Url-11, 2022)	12
Şekil 1.5. Jeotermal enerji kaynağının oluşumu ve kullanım alanları (Dinçer ve Ezan,2020)	14
Şekil 1.6. Kuru buhar santralin genel şeması (Çetin, 2023)	15
Şekil 1.7. Çift kademe buharlaştırma sistemi akış şeması (Çetin, 2021).....	16
Şekil 1.8. Buharlaştırmalı ve ORC sistem akış şemaları (Özden ve Paul 2011).....	17
Şekil 1.9. Soma rüzgâr enerjisi santrali (Şenol 2017)	19
Şekil 1.10. Güneş panelleri ön ve arka yüzleri	20
Şekil 1.11. Türkiye güneş enerjisi potansiyeli haritası (Yarar,2019).....	20
Şekil 1.12. Zincirleme nükleer reaksiyon (Url-12, 2022)	21
Şekil 1.13. Dünyanın ilk nükleer enerji santrali	22
Şekil 1.14. Ülkeler bazında nükleer enerjiden elektrik üretimi (Url-13, 2021).....	22
Şekil 2.1. Havai iletim hat iletkenine etki eden çevresel faktörler (Cigre, 2014).....	27
Şekil 2.2. Tipik elektrik şebekesinin tek hat şeması ve gerilim seviyeleri (Latran, 2012)	28
Şekil 2.3. Enerji iletim ve dağıtım sistemleri yapısı (Zuhur, 2021)	29
Şekil 2.4. Faraday'ın keşfi olan trafo(Özüpak, 2020).....	30
Şekil 2.5. Stanley'in keşfi olan trafo (Özüpak, 2020)	30
Şekil 2.6. Elektrik enerjisinin üretim, dağıtım ve tüketimi (Özüpak, 2020)	31
Şekil 3.1. Çorum ili yıllık ortalama sıcaklık değerleri Soydan,2019).....	35
Şekil 3.2. Çorum ili günlük ortalama güneşlenme süresi (Soydan,2019)	35
Şekil 3.3. Çorum il merkezi düz ve 32° açı ile yerleştirilmiş 1m ² düzleme düşen aylık güneşlenme miktarı (Soydan,2019)	35

Şekil 3.4. Türkiyede kayıtlı RES verileri	41
Şekil 3.5. Çorum rüzgâr hız dağılım haritası (50 metrede) (Url-8,2022)	42
Şekil 3.6. Çorum rüzgâr hız dağılım haritası (100 metrede) (Url-5,2023)	43
Şekil 3.7. Çorum rüzgâr kapasite faktör dağılım haritası(%) (Url-8,2022)	43
Şekil 3.8. Çorum rüzgâr kapasite faktör dağılım haritası(100 metre) (Url-5,2023)	44
Şekil 3.9. Yıllık ortalama rüzgâr güç yoğunluğu dağılımı (100 metre) (Url-5,2023)	44
Şekil 4.1. İlk yatırım maliyeti.....	60
Şekil 4.2. Sabit işletme maliyeti.....	61
Şekil 4.3. Değişken işletme maliyeti.....	61
Şekil 4.4. İlk yatırım ve işletme maliyetlerinin karşılaştırması.....	62
Şekil 4.5. Yeni devreye alınan, şebeke ölçeğinde güneş ve rüzgâr enerjisi teknolojilerinin küresel ağırlıklı ortalama lcoe'lerinin önceki yıla göre düşüş oranları	62

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Sungurlu GES	38
Resim 3.2. Uğurludağ GES	39
Resim 3.3. Obruk HES	48
Resim 3.4. İncesu HES.....	52
Resim 3.5. Çorum'da bulunan enerji santrallerinin harita üzerinde dağılımı	57



SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

°C	Santigrat Derece
%	Yüzde

Kısaltmalar

AC	Alternatif Akım
DC	Doğru Akım
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ERP	Kurumsal Kaynak Planlaması
HES	Hidroelektrik Santralleri
IEC	Uluslararası Elektroteknik Komisyonu
KGK	Kesintisiz Güç Kaynakları
kV	Kilovolt
LPG	Likit Petrol Gazı
OG	Orta Gerilim
ORC Sistemi	Atık Isıdan Enerji Üretimi
PID	Proportional Integral Derivative
PLC	Programlanabilir Mantık Denetleyici
SCADA	Merkezi Denetim ve Veri Toplama Sistemi
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim A.Ş.
TMŞ	Termik Manyetik Şalter
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
VA	Voltamper

GİRİŞ

Enerji üretim, iletim ve dağıtım sistemleri günümüzde üzerinde en çok çalışılan alanların başında gelmektedir. Bu alan içinde birçok ayrı süreci barındırmaktadır. Bu süreçlerini herbiri birbirine bağlı adımlardan oluşmaktadır. Enerji temel olarak üretim sistemi, iletim sistemi ve dağıtım sistemi olarak ayrılmaktadır. Üretim sistemi de kendisi içinde farklılıklar barındırmaktadır. Üretilen enerjinin tüketicilere ulaştırılması sürecinde önemli aşamalardan biri de iletim sistemidir. İletilen enerjinin tüketicilere sağlıklı ve kaliteli bir şekilde ulaşmasını sağlayan sistem ise dağıtımdır. Bu üç süreç içinde enerjinin kaliteli ve sürekli olmasını sağlamak için şalt sistemi de önemli bir yer tutmaktadır. Bu süreçler aynı zamanda şebeke olarak ta adlandırılmaktadır.

Enerji sistemlerde şebeke üzerinde en fazla durulan alan olarak tanımlanmaktadır. Şebeke, enerjinin üretimi aşamasından son tüketiciye kadar olan kısım olarak ifade edilmektedir. Enerjinin son tüketiciye ulaşması aşamasına kadar olan kısımda enerji kalitesi ve sürekliliği öne çıkan kavramların başında gelmektedir. Sürekli ve kaliteli enerji ihtiyacı tüketiciler için son derece önemlidir. Tüketici olarak tanımlanan grupta meskenler, ticarethaneler ve sanayi kuruluşları bulunmaktadır. Bu grupların kendi özelinde ihtiyacı olan enerji türü ve seviyeleri farklılıklar göstermektedir. Ayrıca bu gruplarda kullanılan cihazların çalışma karakteristiği de farklı yapılarda sunulmaktadır. Bu durum;

Meskenlerde, kullanıcı ve cihaz güvenliğini sağlamak için kullanılacak şalt malzemeleri ticarethane ve sanayi kuruluşlarına göre çok daha az olmaktadır. Ticarethane ve sanayi kuruluşlarının ihtiyacı olan güç değerleri daha fazla olduğundan kurulacak olan şalt sisteminin daha karışık bir yapıya sahip olması beklenmektedir. Bunun yanında ticarethane ve sanayi kuruluşlarında enerji sürekliliğinin sağlanması, hem dağıtım firması hem de müşteri özelinde değerlendirilmelidir. Enerji kesintilerinin bilgi dâhilinde kesilmesi müşteri gruplarının buna karşı önlem almasını sağlarken ani kesintiler tesislerde istenmeyen durumlara yol açabilmektedir. Bu kesintiler çoğu zaman hem müşteri hem de dağıtım firması tarafından bilinmemektedir. Meydana gelen ani enerji kesintileri çoğunlukla kesintisiz güç kaynakları veya jeneratör gibi cihazlar ile telafi edilebilmektedir.

Tüketicilerin güç ihtiyaçları santral olarak ifade edilen işletmeler tarafından sağlanmaktadır. Güç ihtiyaçları üretim sisteminin bir bileşeni olarak ortaya çıkmaktadır. Enerji üretimi günümüzde sürdürülebilirlik açısından en önemli kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Enerji üretiminin sürdürülebilir olması yenilenebilir enerji üretimini ortaya çıkarmıştır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de yenilenebilir enerji üretimi önemli bir konu olarak görülmektedir. Bu durum enerji üretiminin sürdürülebilir olmasının yanında çevresel faktörleri de olumlu bir şekilde etkilemektedir. Ülkemizdeki bu durum yerel olarak ta üzerinden durulması gereken ve analizi yapılması gereken bir konudur.

Çorum ili Orta Karadeniz Bölgesinin, İç Anadolu Bölgesi ile birleşim noktasındadır. Ülkemiz orta noktasında yer alan Çorum ili lojistik olarak tüm illerimize 1-2 gün içerisinde nakliye, ambar ve benzeri ulaşım kanalları ile ulaşılabilir konumdadır.

Çorum ili makina imalatı ve yan sanayi konusunda kendisini 1960 yıllardan bu tarafa geliştirmektedir. Bölgenin geçmiş yıllar lokomotifi olan tuğla-kiremit sanayine 1960'lı yıllarda küçük atölyelerde bakım amaçlı olarak başlayan makine sanayi bugün ilin sanayi yapısı içerisinde çok büyük bir paya sahiptir. 1990'lı yıllarda başlayan AR-GE çalışmalarıyla ivme kazanan Çorum ili makine sektörü bölgenin ihtiyacını karşılayan üretimden ulusal ve uluslararası konuma geçmiştir. Sanayi çalışmaları kapsamında kendi kendine yeten bir ildir. Bu durum enerji kullanım oranını da etkilemektedir.

Çorum ilinde yenilenebilir enerji kaynakları açısından verimli güneş ve su kaynakları olduğu bilinmektedir. Bu kaynaklardan nasıl ve ne şekilde en fazla verim alınacağı açısından ciddi Ar-Ge yapılmış olup halende devam etmektedir. Bu yapılan Ar-Ge'ler kapsamında, kullanılacak yenilenebilir enerji kaynaklarından alınacak verimlerinde hesaplanması maliyet giderleri açısından avantajlar sunmaktadır.

Çorum ili özellikle Kızılırmak Havzasının önemli bir bölümünün bulunduğu bir il konumundadır. Bu konumundan dolayı hidroelektrik ile enerji üretimi önemli bir yere sahiptir. Bu tip tesislerde can güvenliğinin en üst düzeyde tutulması beklenmektedir. Çünkü şebekede veya iç tesisatta meydana gelebilecek olumsuz bir durum ciddi zararlara yol açacaktır.

Bunun yanında Çorum ilinde, rüzgâr, biyokütle, hidroelektrik ve güneş enerjisi ile üretim süreci son yıllarda önemli bir atılım yapmıştır.

Bu tez çalışmasının ana hedefi yatırım yapacak olan işletmeler için bir başvuru özelliği taşımasıdır. Çorum ilindeki mevcut potansiyele göre kaliteli ve güvenli bir enerji altyapısı ve potansiyelinin ortaya çıkartılmasını hedeflemektedir. Özellikle sürdürülebilir enerji sürecinin Çorum ili için yapılan bu çalışma sektöre önemli katkılar sunacağını düşünmekteyiz. Çünkü bir işletmenin en önemli çalışma karakteristiklerinin başında enerji kullanımı gelmektedir. Bu alanda yapılacak yatırımların olumlu bir sonuç vermesi hem Çorum ili için hemde ülkemiz için önemli bir yer tutacaktır.

Bu tez çalışmamızda Çorum İlinin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyel Kullanımı Ve Analizi incelenmiştir. Kurulacak Enerji tesisleri için potansiyel önerilmiş ve ortaya çıkabilecek olumsuz durumlarda izlenmesi gereken yöntemler ortaya konulmuştur.

1. BÖLÜM

ENERJİ

Enerji, bir sistemin veya nesnenin iş yapma veya enerji transferi yeteneği olarak tanımlanabilir. Fiziksel sistemlerde enerji, iş yapabilme, ısı veya elektromanyetik radyasyon gibi farklı formlarda bulunabilir ve bir formdan diğerine dönüştürülebilir.

Enerji temel olarak farklı şekillerde ifade edilmektedir. Bunlar; kinetik enerji, potansiyel enerji, termal enerji, kimyasal enerji, elektrik enerjisi, nükleer enerji ve elektromanyetik enerji gibi farklı formlar barındırmaktadır (Beşli, 2018).

- Kinetik enerji, bir cismin hareketinden kaynaklı olarak ortaya çıkan enerji çeşididir. Bir cisim ne kadar hızlı hareket ederse kinetik enerjisi o kadar yüksek olduğu görülmektedir.
- Potansiyel enerji, bir cismin konumundan veya durumundan kaynaklı olarak ortaya çıkan enerji çeşididir. Yükseklik, gerilim veya kimyasal bağlar gibi faktörler potansiyel enerjiyi etkileyebilmektedir.
- Termal enerji, bir sistemin sıcaklığından kaynaklı olarak ortaya çıkan enerji çeşididir. Moleküler düzeydeki hareket enerjisi olarak da düşünülmektedir.
- Kimyasal enerji, moleküllerin bağlarında depolanır. Kimyasal tepkimelerle bu enerji serbest bırakılabilir veya depolanabilmektedir.
- Elektrik enerjisi, elektrik yüklerinin hareketinden kaynaklı olarak ortaya çıkan enerji çeşidi olmakla birlikte, elektrik akımıyla iletilen bir enerji formudur.
- Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması veya birleşmesi sonucu ortaya çıkan bir enerji çeşididir. Nükleer reaksiyonlarla elde edilmektedir.
- Elektromanyetik enerji, elektromanyetik dalgaların taşıdığı enerji olup. ışık, radyo dalgaları, mikrodalgalar ve X-ışınları gibi elektromanyetik radyasyon formlarını içermektedir.

Enerji, fiziksel sistemlerde korunur yani enerji yoktan var olmaz veya yok olmaz, yalnızca bir formdan diğerine dönüşebilir (Bayramoğlu, 2018). Bu prensip, termodinamiğin birinci yasası olarak bilinir. Enerji, hayatın birçok yönünde önemli bir rol oynar ve çeşitli endüstrilerde kullanılır (Acet, 2023). Enerji kaynaklarına örnek olarak fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğalgaz), güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve hidroelektrik enerji gibi kaynaklar gösterilmektedir.

1.1. Enerji Çeşitleri

Enerji, farklı formlarda üretilmektedir. Bu üretimini farklı doğal ya da doğal olmayan kaynaklar ile elde edilebilmektedir. Enejinin farklı formları kullanım alanının yanında üretim yerinin fiziksel ve coğrafi özelliklerine göre de değişebilmektedir. Buna göre temel üretim teknolojileri ise şöyledir.

Mekanik Enerji: Bir cismin veya sistemin hareketinden veya konumundan kaynaklanan enerjidir. Mekanik enerji, kinetik enerji (hareket eden cisimlerin enerjisi) ve potansiyel enerji (cismin konumundan kaynaklanan enerji) olmak üzere ikiye ayrılır (Ekinci, 2011).

1.1.1. Termal enerji

Moleküler düzeydeki hareketten kaynaklanan enerjidir. Maddenin sıcaklığı ile ilişkilidir ve ısı enerjisi olarak da bilinir. Kömür, petrol, linyit, doğalgaz gibi fosil yakıtların yakılması sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu süreçte elde edilen enerji ilk önce türbinlerle mekanik enerjiye, daha sonrasında ise jeneratörler yardımıyla elektrik enerjisine dönüştürülebilmektedir. (Ekinci, 2011).

1.1.2. Elektrik enerjisi

Elektrik yüklerinin hareketinden kaynaklanan enerjidir. Elektrik akımları ve elektrik potansiyel farkları ile iletilir ve kullanılır (Ekinci, 2011).

1.1.3. Kimyasal enerji

Moleküllerin kimyasal bağlarında depolanan enerjidir. Kimyasal tepkimelerle serbest bırakılabilir veya depolanabilir. Günlük hayatımızda kullandığımız aküler ve piller kimyasal enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesinin en güzel örnekleridir (Ekinci, 2011).

1.1.4. Nükleer enerji

Atom çekirdeklerinin parçalanması (nükleer fisyon) veya birleşmesi (nükleer füzyon) sonucu ortaya çıkan enerjidir (Ekinci, 2011).

1.1.5. Elektromanyetik enerji

Elektromanyetik dalgaların taşıdığı enerjidir. Elektromanyetik enerji, ışık, radyo dalgaları, mikrodalgalar ve X-ışınları gibi farklı frekanslarda bulunabilmektedir (Ekinci, 2011).

1.1.6. Ses enerjisi

Moleküler titreşimlerin ses dalgaları şeklinde yayılmasıyla taşınan enerjidir.

1.1.7. Radyasyon enerjisi

Elektromanyetik radyasyon veya parçacık radyasyonu şeklinde yayılan enerjidir. Örnekler arasında güneş ışığı, radyoaktif radyasyon ve kozmik ışınlar bulunur (Ekinci, 2011).

Bu enerji çeşitleri, farklı formlarda bulunmakta ve birbirlerine dönüştürülebilmektedir. Örnek veriecek olursa, elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüştürülebilir veya termal enerji kimyasal enerjiye dönüştürülebilir. Enerji, genellikle bir formdan diğerine dönüşerek çeşitli süreçlerde kullanılmakta ve aktarılmaktadır. Devamlı olarak artan enerji ihtiyacını karşılayabilmesi amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının her alanda kullanımını geliştirebilmek için çalışmalar yapılmaktadır (Ürün vd, 2016).

1.2.Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji, doğal süreçlerle devamlı olarak yenilenen ve tükenmeyen kaynaklardan elde edilen enerji türüdür. Bu enerji kaynakları, güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal ve biyokütle gibi doğal kaynaklara dayanır. Bu kaynakların tükenmesinin uzun zaman süreceği düşünülmektedir (Ürün vd, 2016).

Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, çevresel etkileri daha az olan, sürdürülebilir ve temiz bir enerji üretimi sağlar. Ayrıca, fosil yakıtların tükenmesi ve iklim değişikliği gibi konuların da ele alınmasına yardımcı olur. Bunların yanında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım potansiyelinin artması, ülkelerin ekonomileri adına da oldukça isabetli faydalar sağlamaktadır (Ürün vd, 2016).

Bazı yaygın yenilenebilir enerji kaynakları aşağıdaki başlıklarla incelenebilir.

1.2.1. Güneş enerjisi

Güneşten elde edilen enerjidir. Güneş panelleri aracılığıyla güneş ışığı, elektrik enerjisine dönüştürülür veya güneş termal sistemlerle ısı enerjisi üretilebilir (Erdem vd, 2015).

1.2.2. Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr türbinleri kullanılarak rüzgâr enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgâr gücü, rüzgârın döndürdüğü türbin kanatları aracılığıyla mekanik enerjiye ve ardından elektrik enerjisine dönüştürülür (Erdem vd, 2015).

1.2.3. Hidroelektrik enerji

Su gücünden elde edilen enerjidir. Barajlar veya akarsulardaki suyun türbinleri döndürmesiyle mekanik enerji elektrik enerjisine dönüştürülür (Erdem vd, 2015).

1.2.4. Jeotermal enerji

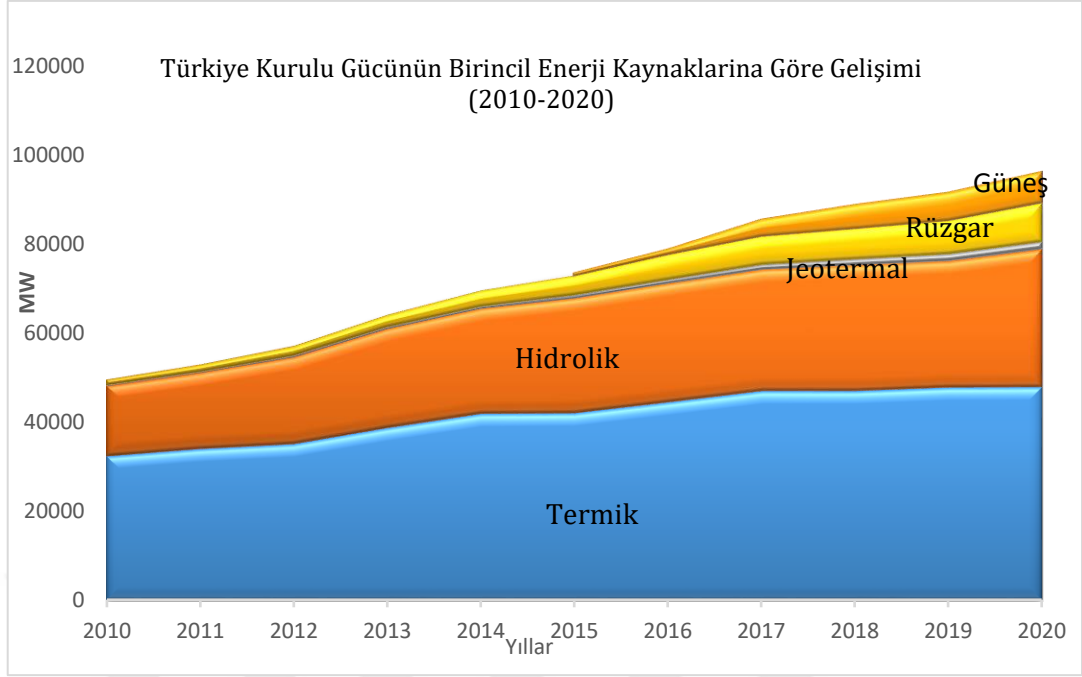
Yer altındaki sıcak kaynaklardan elde edilen enerjidir. Bu kaynaklar, jeotermal enerji santralleri aracılığıyla elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülür (Erdem vd, 2015).

1.2.5. Biyokütle enerjisi

Organik maddelerden (bitkisel ve hayvansal atıklar, odun, tarımsal ürün artıkları vb.) elde edilen enerjidir. Biyokütle, biyogaz, biyoetanol, biodizel gibi yakıtların üretiminde kullanılabilir (Erdem vd, 2015).

Bu yenilenebilir enerji kaynakları, enerji talebini karşılamak için çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Yenilenebilir enerji, sürdürülebilirlik ve çevresel koruma açısından önemli bir rol oynamaktadır ve enerji sektöründe giderek daha fazla tercih edilmektedir.

Şekil 1.1.'de Türkiye'deki kurulu gücün birincil enerji kaynaklarına göre değişimi gösterilmektedir.



Şekil 1.1 Türkiye’deki kurulu gücün birincil enerji kaynaklarına göre değişimi (Url-1, 2022)

Ülkemizde 2010 yılı ile 2020 yılı baz alınarak elektrik enerjisinin üretilen kaynaklara göre yüzdelik oranları Tablo 1.1’de verilmiştir. Bu tabloya göre ülkemizde üretilen elektrik enerjisi baz alınan 10 yıl içerisinde neredeyse 2 katı kadar bir değişim göstermiştir. Tabloda yenilenebilir enerjilerden olan rüzgâr ve güneş enerjisinde elde edilen enerjinin görünür bir şekilde arttığı, termik santrallerde üretilen elektrik enerjisinin ise oransal olarak gerilediği görülmektedir. Jeotermal kaynaklardan elde edilen enerjisinin de bu 10 yıllık süre içerisinde 9 kata yakın bir arttığı görülmektedir.

Tablo 2.1. Türkiye kurulu güce göre üretilen enerjinin 2010-2020 yılları arasında değişimi (Url-1, 2022)

	Termik	Hidrolik	Jeotermal	Rüzgâr	Güneş	Toplam
2010	32.278,5	15.831,2	94,2	1.320,2	0,0	49.524,1
%	65,18	31,97	0,19	2,67	-	100,00
2020	47.793,7	30.983,9	1.613,2	8.832,4	6.667,4	95.890,6
%	49,84	32,31	1,68	9,21	6,95	100,00

1.3. Neden Yenilenebilir Enerjiye İhtiyaç Duyarız

Yenilenebilir enerjiye duyulan ihtiyaç, birkaç temel nedenden kaynaklanır:

1. **Sürdürülebilirlik:** Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal süreçlerle sürekli olarak yenilenir. Bu kaynaklar tükenmez ve uzun vadeli enerji sağlama potansiyeline sahiptir. Fosil yakıtlar gibi sınırlı olan kaynaklar ise zamanla tükenir. Yenilenebilir enerji, enerji talebini karşılamada sürdürülebilir bir yol sunar ve gelecek nesillerin enerji ihtiyaçlarını da güvence altına alır (Öymen, 2020).
2. **İklim Değişikliği:** Fosil yakıtların kullanımı, sera gazlarının atmosfere salınmasına ve iklim değişikliğine neden olur. Yenilenebilir enerji kaynakları, düşük veya sıfır sera gazı emisyonlarına sahiptir. Bu kaynakların kullanımı, sera gazı salınımını azaltmaya ve iklim değişikliği ile mücadele etmeye yardımcı olur.
3. **Çevresel Etkiler:** Fosil yakıtların çıkarılması ve kullanımı, çevreye önemli ölçüde zarar verebilir. Petrol sızıntıları, kömür madenlerinden kaynaklanan çevre kirliliği ve doğal yaşam alanlarının tahrip edilmesi gibi sorunlar ortaya çıkar. Yenilenebilir enerji kaynakları ise daha az çevresel etkiye sahiptir ve doğal yaşam alanlarının korunmasına katkı sağlar (Öymen, 2020).
4. **Enerji Güvenliği:** Fosil yakıtların büyük bir kısmı dünya üzerinde sınırlı bölgelerde bulunur ve bu bölgelerin siyasi veya ekonomik istikrarsızlıklarından etkilenebilir. Yenilenebilir enerji kaynakları ise genellikle yerel olarak mevcuttur ve enerji bağımsızlığını artırır. Bir ülkenin kendi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanması, enerji güvenliğini sağlamak için önemli bir adımdır.
5. **İş Olanakları ve Ekonomik Kalkınma:** Yenilenebilir enerji sektörü, yeni iş olanakları yaratır ve ekonomik kalkınmayı destekler. Yenilenebilir enerji projeleri, inşaat, üretim, bakım ve yönetim gibi çeşitli sektörlerde istihdam oluşturur. Aynı zamanda enerji ithalatından kaynaklanan dış ticaret açığını azaltabilir ve yerli enerji kaynaklarının kullanılmasını teşvik eder (Öymen, 2020).

1.4. Yenilenebilir Enerji Çeşitleri

Yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitli tipleri vardır. İşte yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji çeşitleri:

- **Hidroelektrik enerji;** su gücünden elde edilen enerjidir. Barajlar veya akarsulardaki suyun türbinleri döndürmesiyle mekanik enerji elektrik enerjisine dönüştürülür (Erdem vd, 2015).

- Termik enerji; maddenin içerisindeki moleküler düzeydeki hareketten kaynaklanan enerjidir. Maddenin sıcaklığı arttıkça, moleküllerin hızı ve hareketi de artar. Bu moleküler hareket, enerji olarak ifade edilen termik enerjinin kaynağıdır.
- Jeotermal enerji; yer altındaki sıcak kaynaklardan elde edilen enerjidir. Bu kaynaklar, jeotermal enerji santralleri aracılığıyla elektrik ve ısı enerjisine dönüştürülür (Erdem vd, 2015).
- Rüzgâr enerjisi; rüzgâr türbinleri kullanılarak rüzgâr enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgâr enerjisi, rüzgârın türbin kanatlarını döndürmesiyle mekanik enerji olarak elde edilir (Erdem vd, 2015).
- Güneş enerjisi; güneşten gelen ışık ve ısı enerjisi kullanılarak elde edilir. Güneş enerjisi, güneş panelleri veya termal kolektörler aracılığıyla elektrik enerjisine veya ısı enerjisine dönüştürülür (Erdem vd, 2015).
- Nükleer enerji; atom çekirdeklerinin parçalanması (nükleer fisyon) veya birleşmesi (nükleer füzyon) sonucu elde edilen enerjidir. Atom çekirdekleri, büyük miktarda enerjiyi içinde barındıran bağlı parçacıklardan oluşur. Nükleer enerji, atom çekirdeklerindeki bu bağlı enerjinin serbest bırakılmasıyla elde edilir.
- Biyokütle enerjisi; organik maddelerden (bitkisel ve hayvansal atıklar, odun, tarımsal ürün artıkları vb.) elde edilen enerjidir. Biyokütle, biyogaz, biyoetanol, biodizel gibi yakıtların üretiminde kullanılabilir (Erdem vd, 2015).
- Gel-git enerjisi; okyanus gel-git hareketlerinden elde edilen enerjidir. Gel-git enerjisi santralleri, denizdeki gel-git hareketlerini kullanarak elektrik enerjisi üretir.
- Deniz dalga enerjisi; okyanus dalga hareketlerinden elde edilen enerjidir. Dalga enerjisi dalgaların mekanik enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için dalga enerjisi santralleri tarafından kullanılır.

Bu yenilenebilir enerji kaynakları, farklı özelliklere ve kullanım alanlarına sahiptir. Her biri çevresel etkileri azaltma, sürdürülebilir enerji sağlama ve enerji güvenliğini artırma gibi faydalar sunar. Ülkeler ve toplumlar, bu çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji portföylerini çeşitlendirebilir ve daha sürdürülebilir bir enerji geleceği oluşturabilir.

1.4.1.Hidroelektrik enerjisi

Güneş birçok enerjinin doğrudan veya dolaylı olarak kaynağıdır. Hidroelektrik enerjisinde de dolaylı olarak kaynak rolü üstlenmiştir. Yeryüzünde bulunan su Şekil 1.2'de ki çevrimde tasfir edildiği gibi güneşin etkisiyle buharlaşır, rüzgârın hareket ettirdiği su buharları sıvı veya katı hale dönüşerek yağmur ve kar olarak baraj ve gölleri oluşturan kaynaklara yağış olarak

döner. Bu döngü süreklilik arz ettiğinden dolayı hidroelektrik enerji yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak kabul edilir (Avcioğlu, 2017).



Şekil 1.2. Su çevrimi (Avcioğlu,2017)

Hidroelektrik enerji, suyun potansiyel enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek için kullanılan bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bu enerji kaynağı, suyun yerçekimi etkisiyle yüksekten düşerek veya akarsuların akış gücüyle türbinleri döndürerek elektrik enerjisi üretir.

Hidroelektrik enerji santralleri, barajlar veya akarsular üzerinde inşa edilir. Barajlı hidroelektrik santralleri, büyük bir su rezervuarı oluşturmak için bir akarsuyun yatağı üzerine bir set veya baraj yapısıyla suyu biriktirir. Su, barajın üzerinde biriken yüksek seviyeden kontrol edilen kanallar veya borular vasıtasıyla türbinlere akar. Türbinler, suyun etkisiyle döner ve elektrik jeneratörlerini çalıştırarak elektrik enerjisi üretir. Oluşturulan elektrik enerjisi ile endüstriyel, ticari ve evsel elektrik ihtiyaçları karşılanır.

Akıntılı hidroelektrik santralleri ise akarsu üzerinde doğal eğim ve akış hızını kullanarak elektrik üretir. Bu tür santraller, türbinleri doğrudan akarsuyun akışına yerleştirir. Akarsu, türbinleri döndürerek elektrik enerjisi üretir.

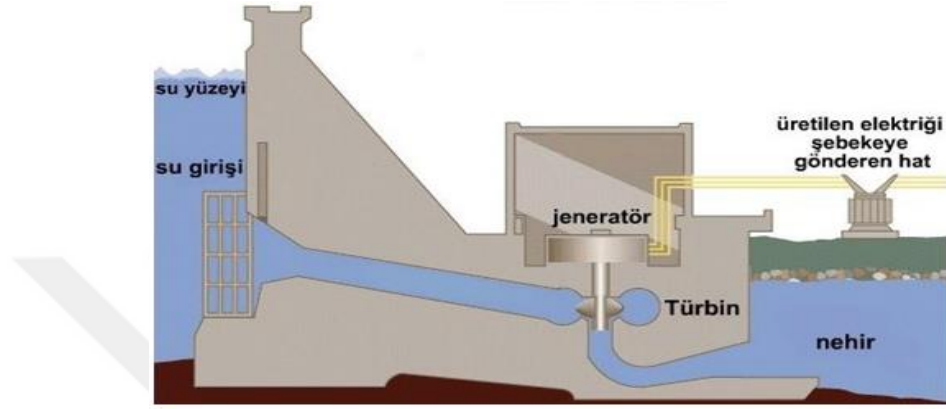
Hidroelektrik enerji, sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır çünkü su kaynağı sürekli yenilenir. Ayrıca, hidroelektrik santrallerin işletimi genellikle düşük sera gazı emisyonlarına sahiptir, çevresel etkileri azaltır ve iklim değişikliğiyle mücadelede katkıda bulunur.

Ancak hidroelektrik enerji santralleri yapımı, çevresel ve sosyal etkilere yol açabilir. Barajlar, su habitatını değiştirerek bitki ve hayvan yaşamına etki edebilir, suyun akış rejimini değiştirebilir ve yerel toplumlar için sosyal ve ekonomik değişikliklere neden olabilir. Bu nedenle, hidroelektrik projeleri yapılırken çevresel ve sosyal faktörler dikkate alınmalı ve sürdürülebilir yönetim prensiplerine uyulmalıdır (Vural, 2020).

Kapasitelerine göre hidroelektrik santraller;

- Küçük kapasiteli santraller: 99 kW'a kadar olan santrallerdir.
- Düşük kapasiteli santraller: 100 – 999 kW
- Orta kapasiteli santraller: 1000-9999 kW
- Yüksek kapasiteli santraller: 10000 kW şeklinde adlandırılır (Gümüşel, 2007).

Aşağıdaki Şekil 1.3'te basit yapıda bir hidroelektrik santralinin çalışma prensibi gösterilmektedir.



Şekil 1.3. Hidroelektrik santral (Url-10, 2022)

1.4.2. Termik enerji

Termik enerji, maddenin içerisindeki moleküler düzeydeki hareketten kaynaklanan enerjidir. Maddenin sıcaklığı arttıkça, moleküllerin hızı ve hareketi de artar. Bu moleküler hareket, enerji olarak ifade edilen termik enerjinin kaynağıdır.

Termik enerji, genellikle ısı enerjisi olarak da adlandırılır çünkü ısı, enerjinin sıcaklık farkından kaynaklanan akışıdır. Isı enerjisi, bir cisimden diğerine doğal olarak sıcaklık farkı nedeniyle akar. Sıcak cisimden soğuk cisime doğru ısı transferi gerçekleşir. Örneğin, bir kahve fincanındaki sıcak kahve, çevresindeki ortama doğru ısı enerjisini aktarır.

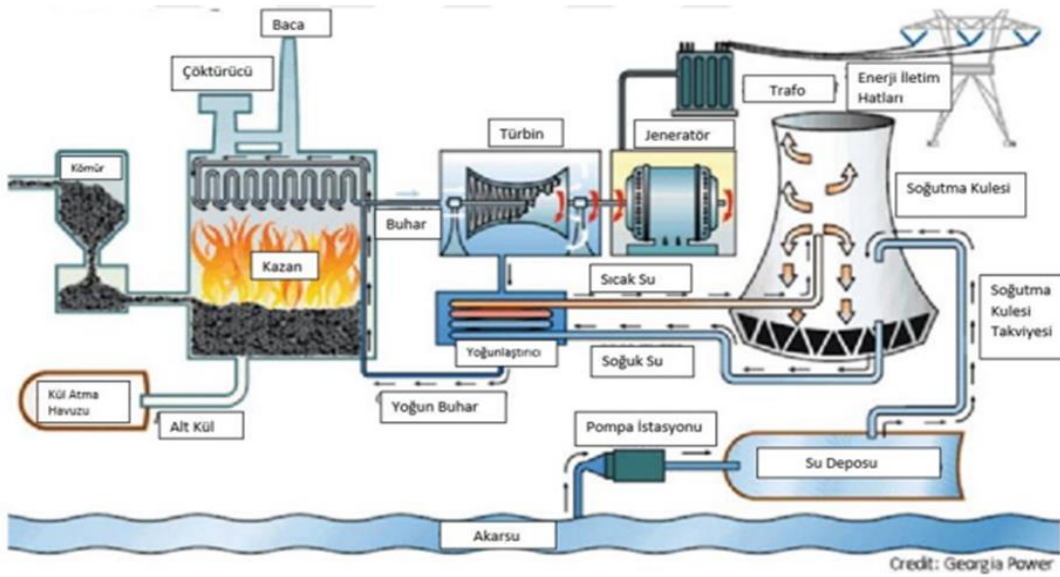
Termik enerji, çeşitli kaynaklardan elde edilebilir. En yaygın kaynaklar arasında fosil yakıtlar (kömür, petrol, doğal gaz) bulunur. Fosil yakıtlar, milyonlarca yıl süren organik maddelerin çürümesi ve yüksek basınç altında fosilleşmesi sonucunda oluşmuş yakıtlardır. Bu yakıtların yanması, kimyasal enerjiyi termik enerjiye dönüştürür. Örneğin, kömürün yanmasıyla ortaya çıkan termik enerji, elektrik üretmek için kullanılabilir (Url-14, 2022).

Termik enerji ayrıca enerji santrallerinde de kullanılır. Termik santral, yakılan yakıtın ortaya çıkardığı ısı ile yüksek basınçlı buhara dönüştürmek için su kullanılır. Sudan elde edilen yüksek sıcaklıktaki basınçlı buhar yüksek basınçlı türbine gönderilir. Sonrasında türbinin alçak ve orta basınçlı bölgelerinde genleşen ısı enerjisi mekanik enerjiye dönüşür. Mekanik enerjiye

dönüşen ısı jeneratörler aracılığı ile elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu arada açığa çıkan buhar yoğunlaştırılarak su haline getirilir ve tekrar kazana gönderilir. (Çetin, 2022).

Ancak termik enerji üretimi çevresel etkilere de yol açabilir. Fosil yakıtların yanması sera gazı emisyonlarını artırarak iklim değişikliğine katkıda bulunabilir. Ayrıca, yanma ürünleri olan kül, duman ve kirleticiler çevreye zarar verebilir. Bu nedenle, çevresel etkileri azaltmak için temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş önemlidir. Yenilenebilir enerji kaynakları, termik enerji üretimiyle karşılaştırıldığında çevresel etkileri daha düşük olan alternatifler sunar (Erdoğan, 2020).

Şekil 1.4'te Termik santralin basit yapısı gösterilmektedir.



Şekil 1.4. Termik santral yapısı (Url-11, 2022)

1.4.3. Jeotermal enerjisi

Elektrik üretme, ısınma ve ısıtma açısından yenilenebilir enerji kaynakları içinde diğerleri ile kıyaslandığı zaman birçok yönden uygun olan jeotermal enerjidir. Dünyada 41 ülke jeotermal enerji kaynağına sahip olup bu kaynakları etkin olarak kullanmaktadır. Türkiye bu enerji kaynağından faydalanan ülkeler arasında 4. sırada yer almaktadır (Koç, 2018).

Jeotermal enerji, yerin içindeki termal enerjinin kullanılarak elde edilen bir tür yenilenebilir enerji kaynağıdır. Jeotermal kelimesi, Yunanca "geo" (yeryüzü) ve "thermos" (sıcaklık) kelimelerinden türetilmiştir. Bu enerji kaynağı, yer altındaki sıcak su kaynakları, buhar veya kayalardaki sıcaklık farklarından elde edilir. Jeotermal enerji, yer kabuğunda birikmiş ısı kaynaklı bütün enerjileri kapsamaktadır (Serpen, 2015).

Jeotermal enerjinin temel kaynağı, yerin içindeki magmanın varlığından kaynaklanan doğal ısıdır. Yer kabuğu altında yer alan magma, yüksek sıcaklıklarda bulunur ve çevresini ısıtır. Bu ısı, yerin yüzeyine doğru yayılır.

Jeotermal enerji, çeşitli şekillerde kullanılabilir. En yaygın kullanımı jeotermal enerji santralleri aracılığıyla elektrik üretimidir. Bu santraller, yüksek sıcaklıktaki su ve buhar kaynaklarını kullanarak türbinleri döndürerek elektrik enerjisi üretir. Bu kaynaklar, yerin derinliklerindeki jeotermal rezervuarlardan veya yer kabuğundaki sıcak kaya formasyonlarından elde edilebilir.

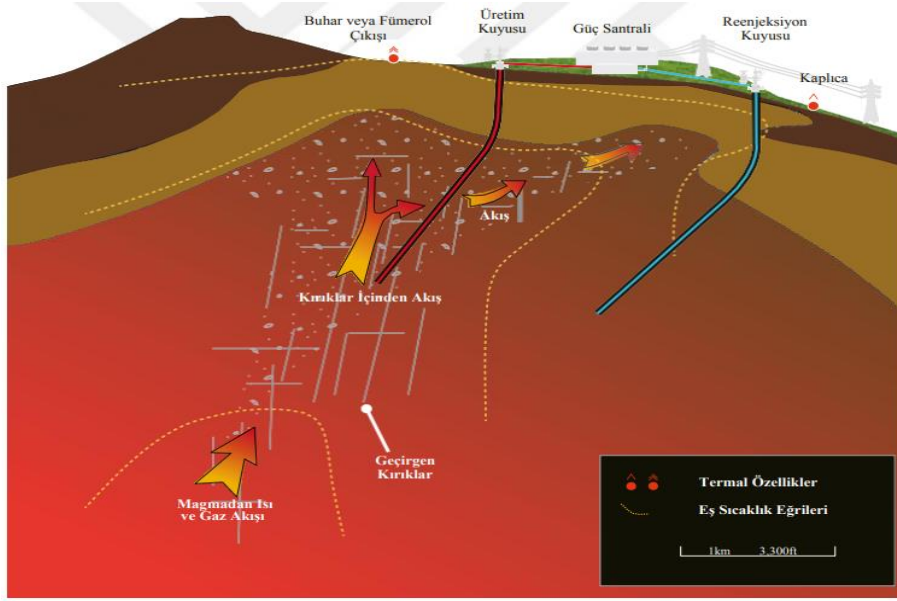
Jeotermal enerji aynı zamanda ısıtma ve soğutma amaçları için de kullanılır. Jeotermal ısıtma sistemleri, yer altından alınan sıcak su veya buharı kullanarak binaları ve endüstriyel tesisleri ısıtmak için kullanılır. Jeotermal soğutma sistemleri ise tersine çalışır, yani yer altındaki düşük sıcaklıktaki kaynakları kullanarak binaları soğutur.

Jeotermal enerji kaynakları, sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır, çünkü yer altındaki termal enerji sürekli olarak yenilenir. Bununla birlikte, jeotermal enerji kullanımı bazı sınırlamalara sahiptir. Jeotermal kaynaklar, belirli bölgelerde yoğunlaşmıştır ve sıcak su veya buharın bulunmadığı alanlarda kullanımı sınırlıdır. Ayrıca, jeotermal enerji kaynaklarına erişim ve maliyet gibi teknik ve ekonomik zorluklar da mevcuttur (Alper, 2020).

Jeotermal enerji, çevresel avantajlara sahiptir. Fosil yakıtların kullanıldığı enerji üretimiyle karşılaştırıldığında, jeotermal enerji üretimi düşük sera gazı emisyonlarına ve hava kirliliğine neden olmaz. Bu nedenle, jeotermal enerji, temiz ve sürdürülebilir enerji hedeflerine ulaşmak için önemli bir rol oynar.

Jeotermal enerjinin kullanılabilir olması için, belirli şartların oluşması gerekir bunlar; ulaşılabilirlik, oluşan buhar ve sıcak suyu pazar ürünü haline getirebilmek için dönüşüm teknolojileri ve ticari kullanım için ekonomik olarak rekabet edebilecek işlemlerdir (Serpen, 2015).

Şekil 1.5'te jeotermal enerji kaynağının nasıl oluştuğu, kaplıçalarda ve elektrik enerjisi üretiminde kullanımı gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Jeotermal enerji kaynağının oluşumu ve kullanım alanları (Dinçer vd, 2020)

Jeotermal enerji kurulu güçleri kullandıkları sistemlere göre farklılık gösterir. Bunlar; kuru buhar enerji santralleri, buharlaştırmalı enerji santralleri ve binary çevrim enerji santralleri olmak üzere üç alt başlık altında incelenebilir (Hekim, 2021).

1.4.3.1. Kuru Buhar Enerji Santralleri

Kuru buhar enerji santralleri (veya kuru buhar türbinleri), su buharını doğrudan türbinlere besleyerek elektrik enerjisi üreten enerji santralleridir. Bu santraller, genellikle jeotermal kaynaklardan veya güneş enerjisi kullanılarak elde edilen yüksek sıcaklıktaki buharı kullanır.

Kuru buhar enerji santrallerinde, su buharı yüksek basınç ve sıcaklık altında oluşturulur. Bu yüksek sıcaklıktaki buhar, türbinlere doğrudan beslenir. Türbinler, bu buharın enerjisiyle döner ve jeneratörleri çalıştırarak elektrik enerjisi üretir (Alper, 2020).

Bu tür santrallerde "kuru buhar" terimi, buharın su damlacıkları içermemesini ifade eder. Su damlacıkları içermeyen kuru buhar, türbinlerdeki bileşenlerin aşınmasını önler ve enerji dönüşüm verimliliğini artırır. Aynı zamanda, su damlacıklarının olmaması, buharın çevresine zarar verici etkilerini azaltır.

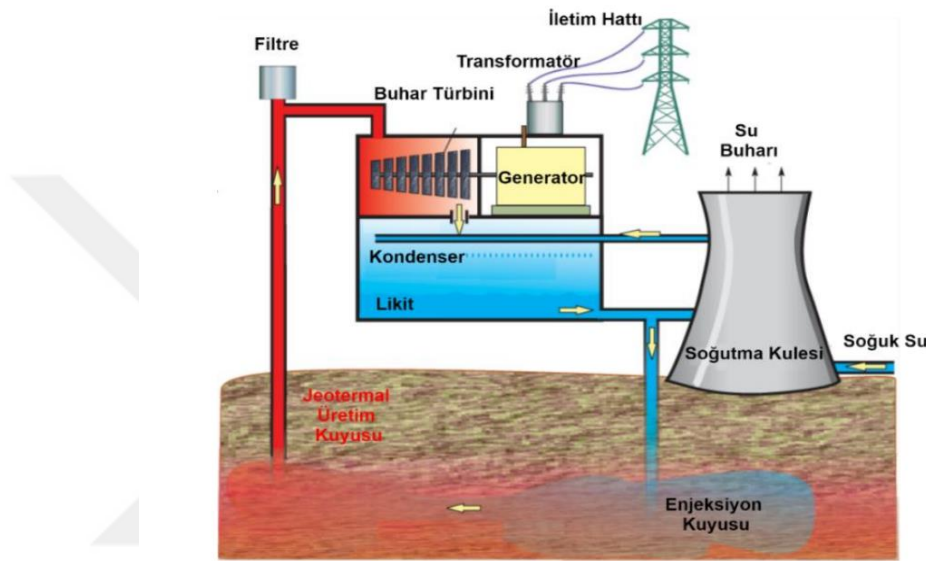
Kuru buhar enerji santralleri, genellikle jeotermal kaynaklardan elde edilen yüksek sıcaklıktaki suyu veya buharı kullanır. Jeotermal kaynaklar, yerin içindeki termal enerjinin kullanıldığı yerlerdir. Jeotermal enerji, jeotermal rezervuarlardan alınan su veya buhar ile elektrik enerjisi üretmek için kullanılır.

Ayrıca, güneş enerjisi kullanılarak da kuru buhar enerji santralleri inşa edilebilir. Güneş enerjisi yoğunlaştırılarak konsantre edildiğinde, yüksek sıcaklıklar elde edilir ve bu sıcaklıkla

kuru buhar enerjisi üretimi yapılabilir. Güneş enerjisi kullanılarak çalışan bu tür santrallere konsantre güneş enerjisi santralleri (Concentrated Solar Power, CSP) denir.

Kuru buhar enerji santralleri, sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır ve çevresel etkileri daha düşüktür. Fosil yakıtların kullanıldığı enerji üretimiyle karşılaştırıldığında, kuru buhar enerji santralleri daha az sera gazı emisyonuna neden olur ve çevre kirliliğini azaltır. Bu nedenle, kuru buhar enerji santralleri, temiz ve sürdürülebilir enerji üretimi için önemli bir seçenektir.

Şekil 1.6'da kuru buhar santralin genel şeması verilmiştir.



Şekil 1.6. Kuru buhar santralin genel şeması (Çetin, 2023)

1.4.3.2. Buharlaştırılmalı Santraller

Buharlaştırılmalı santraller, jeotermal enerji kaynaklarını kullanarak buhar oluşturarak elektrik enerjisi üreten enerji santralleridir. Bu santraller, yüksek sıcaklıktaki jeotermal kaynaklardan elde edilen suyu veya buharı kullanır. Ancak bu kullanımda sıvı yoğunluğu daha fazla gözükmemektedir (Alper, 2020).

Jeotermal buharlaştırılmalı santraller, jeotermal rezervuarlardan çıkarılan sıcak suyu veya buharı kullanarak elektrik üretimi yapar. Buhar ile sıvıyı ayırmak için flaş kullanılmaktadır (Alper,2020). Jeotermal rezervuarlar, yerin altında yer alan yüksek sıcaklıktaki su veya buhar depolama bölgeleridir. Bu rezervuarlar genellikle volkanik bölgelerde veya yer kabuğunun termal olarak aktif olduğu bölgelerde bulunur.

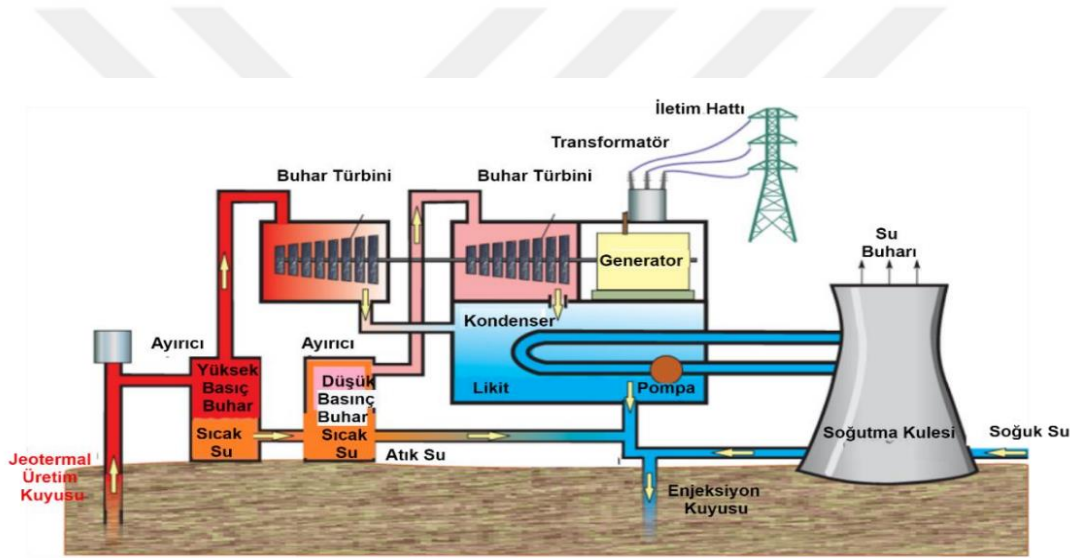
Santraldeki işlem, jeotermal sıvısının yüzeye çıkarılması ve yüksek basınçlı buhar üretimiyle başlar. Jeotermal su veya buhar, yüzeye çıkarıldığında, sıcaklık ve basınç kontrol sistemleri kullanılarak buharlaştırılır. Buharlaşma işlemi, jeotermal suyu veya buharı türbinlere

yönlendirir. Türbinler, bu buharın enerjisiyle döner ve jeneratörleri çalıştırarak elektrik enerjisi üretir.

Jeotermal buharlaştırmalı santraller, jeotermal kaynakların yüksek sıcaklık ve basınç seviyelerini kullanarak verimli bir şekilde elektrik üretir. Bu enerji kaynağı, diğer enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltarak ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak kabul edilir.

Jeotermal enerji, çevresel avantajlara sahip olan temiz bir enerji kaynağıdır. Fosil yakıtların kullanıldığı enerji üretimiyle karşılaştırıldığında, jeotermal enerji üretimi düşük sera gazı emisyonlarına neden olur ve hava kirliliğini azaltır. Jeotermal buharlaştırmalı santraller, çevresel etkileri daha düşük olan ve sürdürülebilir enerji hedeflerine ulaşmada önemli bir rol oynayan bir enerji üretim yöntemidir.

Şekil 1.7’de çift kademe buharlaştırma sistemi akış şeması verilmiştir.



Şekil 1.7. Çift kademe buharlaştırma sistemi akış şeması (Çetin, 2023)

1.4.3.3. Binary Çevrimli Santraller

Jeotermal binary çevrimli santraller, jeotermal kaynaklardan elde edilen düşük sıcaklıktaki su veya sıcaklık farkını kullanarak elektrik enerjisi üreten enerji santralleridir. Bu tür santrallerde, jeotermal su veya kaynak suyu, düşük sıcaklıkta bir çalışma akışkanı (genellikle organik bir sıvı) ile temas ettirilir. Bu sıvı, jeotermal kaynaktan aldığı ısının etkisiyle buharlaşır ve buharın buhar türbinleri tarafından dönüşümüyle elektrik enerjisi üretilir (Url-15, 2022).

Binary çevrimli jeotermal santraller, jeotermal kaynaklardan elde edilen düşük sıcaklıktaki suyu veya sıcaklık farkını kullanır. Yüksek sıcaklıktaki jeotermal kaynak suyu, bir ısı eşanjörü vasıtasıyla düşük sıcaklıktaki bir çalışma akışkanı ile temas ettirilir. Bu çalışma akışkanı, genellikle organik bir sıvıdır ve düşük kaynama noktasına sahiptir.

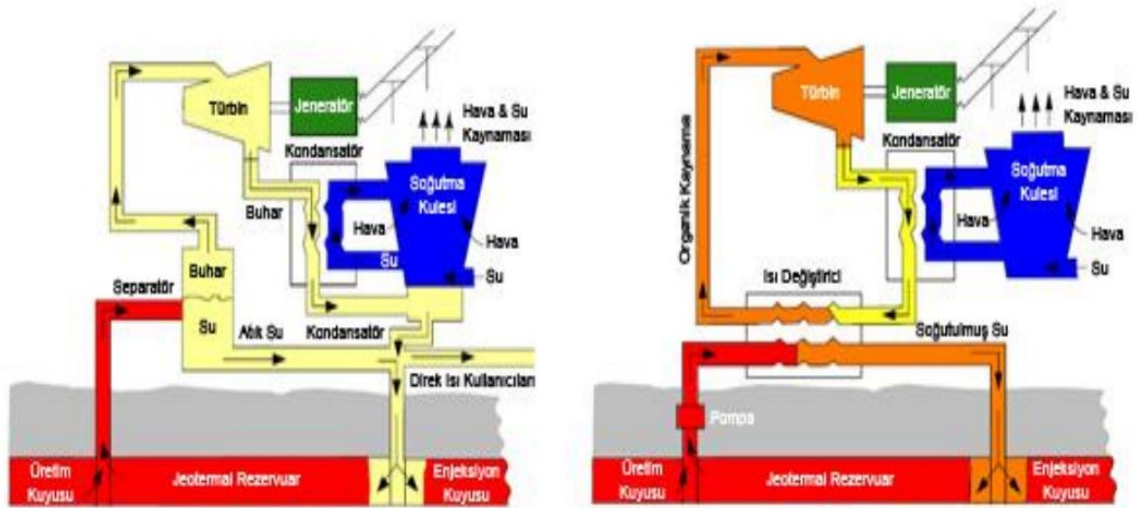
Jeotermal kaynak suyu ve çalışma akışkanı birlikte ısı eşanjöründen geçerken, kaynak suyu ısı enerjisini çalışma akışkanına aktarır. Bu işlem, düşük sıcaklıktaki çalışma akışkanının buharlaşmasına ve buharın yüksek basınçlı buhar türbinlerinde dönüşmesine yol açar. Buhar türbinleri, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürmek için jeneratörleri çalıştırır.

Binary çevrimli jeotermal santraller, jeotermal kaynaklardan düşük sıcaklıklı su veya sıcaklık farkı kullanarak elektrik enerjisi üretebilir. Bu, daha düşük sıcaklıklara sahip jeotermal kaynakların da enerji üretiminde kullanılabilmesini sağlar. Geleneksel jeotermal santrallerin aksine, binary çevrimli santrallerde çalışma akışkanı jeotermal suya doğrudan temas etmez, bu da daha geniş bir jeotermal kaynak yelpazesini kullanma potansiyelini artırır.

Binary çevrimli jeotermal santraller, çevre dostu bir enerji üretim yöntemi olarak kabul edilir. Jeotermal enerji temiz ve sürdürülebilir bir kaynak olduğu için sera gazı emisyonlarını azaltır ve çevre kirliliği yaratmaz. Ayrıca, jeotermal kaynaklar yer altında sürekli olarak yenilenir, bu da uzun vadeli bir enerji kaynağı sağlar.

Binary çevrimli jeotermal santraller, düşük sıcaklıktaki jeotermal kaynakların kullanılmasına imkân tanıdığından, jeotermal enerjinin daha yaygın olarak kullanılmasını ve potansiyel olarak daha fazla bölgede enerji üretimini mümkün kılar. Ancak, jeotermal kaynakların yerel olarak sınırlı olabileceği ve yüksek maliyetli teknolojik gereksinimlerin olabileceği unutulmamalıdır.

Şekil 1.8'de buharlaştırmalı ve atık ısıdan enerji üretimi (ORC) akış şemaları verilmiştir.



Şekil 1.8. Buharlaştırmalı (solda) ve ORC sistem (sağda) akış şemaları (Özden ve Paul 2011)

1.4.5.Rüzgâr enerjisi

Rüzgâr enerjisi, rüzgârın kinetik enerjisini kullanarak elektrik enerjisi üreten bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde rüzgâr enerjisi kullanım potansiyeli ve yaygınlığı açısından öncelikli yer almaktadır.Rüzgâr enerjisi, rüzgâr türbinleri aracılığıyla yakalanır ve dönme hareketiyle mekanik enerji üretilir. Bu mekanik enerji daha sonra jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisine dönüştürülür (Şenol, 2017).

Rüzgâr türbinleri, genellikle büyük boyutlarda olan üç ana bileşenden oluşur: rotor, jeneratör ve kule. Rotor, rüzgârın enerjisini yakalamak için dönen kanatlardan oluşur. Kanatlar, rüzgârın etkisiyle döner ve rotor milini hareket ettirir. Rotor milinin hareketi, jeneratörde elektrik enerjisi üretmek için mekanik enerjiye dönüştürülür. Kule, rüzgâr türbininin yükseklik kazanmasını sağlar ve rotorun yüksek rüzgâr hızlarında daha verimli olmasını sağlar (Elibüyük vd, 2014).

Rüzgâr türbinleri genellikle rüzgârın yoğun olduğu açık alanlarda, kıyı bölgelerinde veya dağ geçitlerinde konumlandırılır. Rüzgâr hızı ne kadar yüksek olursa, türbinler o kadar fazla enerji üretebilir. Rüzgâr enerjisi santralleri genellikle bir araya gelerek rüzgâr çiftlikleri oluşturur ve büyük miktarda elektrik enerjisi üretir.

Rüzgâr enerjisi, çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Fosil yakıtların kullanımına kıyasla düşük karbon salınımı sağlar ve sera gazı emisyonlarını azaltır. Rüzgâr enerjisi aynı zamanda sınırsız bir kaynaktır, çünkü rüzgâr sürekli olarak yenilenir. Ayrıca, rüzgâr enerjisi santralleri çevresel etkileri düşüktür ve genellikle tarım veya hayvancılık gibi diğer faaliyetlerle uyumlu bir şekilde kullanılabilir (Şenol, 2017).

Rüzgâr enerjisi, enerji bağımsızlığını artırma, enerji maliyetlerini düşürme ve sürdürülebilir enerji hedeflerini destekleme potansiyeline sahiptir. Ancak, rüzgâr enerjisinin bazı zorlukları da vardır. Rüzgârın sürekli olmayan bir kaynak olması, enerji depolama ve yönetimi ihtiyacını beraberinde getirir. Ayrıca, rüzgâr türbinlerinin yerleştirileceği uygun bölgelerin sınırlı olması ve bazı insanlar için estetik ve gürültü sorunları gibi yerel endişeler de göz önünde bulundurulmalıdır.

Sonuç olarak, rüzgâr enerjisi, temiz, yenilenebilir ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Dünya genelinde hızla yaygınlaşan rüzgâr enerjisi santralleri, enerji üretiminde önemli bir role sahip olmuştur ve gelecekte enerji portföylerinin önemli bir parçası olarak daha da büyümesi beklenmektedir.

Şekil 1.9'da Soma Rüzgâr Enerjisi Santrali görülmektedir.



Şekil 1.9. Soma rüzgâr enerjisi santrali (Şenol 2017)

1.4.6. Güneş enerjisi

1980'lerin başında her açıdan temiz bir enerji kaynağı olduğu düşünülen güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme çabası hız kazanmıştır. Ülkemizde ölçülen yıllık 2640 saat ve ışınım şiddeti ise ortalama günde $3,6\text{kWh/m}^2$ olarak ölçülen güneşlenme süresi ülkemizin güneş enerjisi ile elektrik üretimine elverişli olduğunu göstermektedir. Dünyada nükleer yakıtlar hariç diğer tüm yakıtların dolaylı ya da doğrudan kaynağı güneştir (Çıtanak, 2014).

Güneş enerjisi, Güneş'ten gelen ışık ve ısı enerjisini kullanarak elektrik enerjisi veya ısı enerjisi üreten bir yenilenebilir enerji kaynağıdır. Güneş enerjisi, güneş panelleri (fotovoltaik sistemler) veya güneş kolektörleri (termal sistemler) aracılığıyla yakalanır.

Güneş panelleri, fotovoltaik hücrelerden oluşur. Bu hücreler, Güneş ışığının elektrik enerjisine dönüşmesini sağlayan fotovoltaik etkiyi kullanır. Güneş panelleri üzerindeki fotovoltaik hücreler, Güneş'ten gelen fotonları emerek elektronları serbest bırakır. Bu serbest bırakılan elektronlar, bir elektrik devresinde hareket ederek doğru akım (DC) elektrik üretir. Güneş panelleri genellikle çatılara veya açık arazilere yerleştirilir ve güneş ışığından maksimum düzeyde yararlanmak için doğru bir açıyla konumlandırılır (Karamanav, 2007).

Güneş kolektörleri ise güneş enerjisini termal enerjiye dönüştürmek için kullanılır. Güneş kolektörleri, Güneş'ten gelen ışığı emerek ısı enerjisi üretir. Bu ısı enerjisi, su veya bir termal akışkanı ısıtarak kullanım sıcak suyu veya ısıtma sistemlerini beslemek için kullanılabilir. Güneş kolektörleri, evlerde, işletmelerde veya endüstriyel tesislerde sıcak su ihtiyacını karşılamak veya ısıtma sistemlerine destek sağlamak için kullanılabilir (Taze, 2010).

Güneş enerjisi, çevre dostu bir enerji kaynağıdır. Fosil yakıtların kullanımına kıyasla düşük karbon salınımı sağlar ve sera gazı emisyonlarını azaltır. Güneş enerjisi ayrıca sınırsız bir

kaynaktır, çünkü Güneş sürekli olarak ısı ve ışık enerjisi sağlar. Bu da güneş enerjisinin uzun vadeli bir enerji çözümü olarak değerlendirilmesini sağlar.

Güneş enerjisi, enerji bağımsızlığını artırma, enerji maliyetlerini düşürme ve sürdürülebilir enerji hedeflerine ulaşma potansiyeline sahiptir. Güneş enerjisi sistemleri, evler, işletmeler, endüstriyel tesisler ve hatta büyük ölçekli güneş enerjisi çiftlikleri olarak kullanılabilir. Güneş enerjisiyle çalışan sistemlerin maliyetleri düşmekte ve verimlilikleri artmaktadır, bu da güneş enerjisinin giderek daha erişilebilir ve ekonomik hale gelmesini sağlamaktadır.

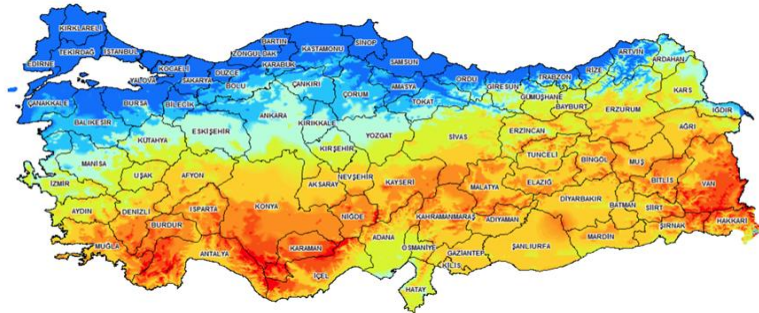
Ancak, güneş enerjisinin bazı zorlukları da vardır. Güneş enerjisi, Güneş'in doğal bir kaynak olduğu için gece veya bulutlu havalarda enerji üretimi düşebilir. Enerji depolama sistemlerinin kullanımı ve enerji ağlarıyla entegrasyonu, güneş enerjisinin sürekli ve güvenilir bir enerji kaynağı olmasını sağlamada önemlidir. Ayrıca, güneş panellerinin kurulumu ve bakımı için yeterli alan ve kaynaklara ihtiyaç duyulabilir.

Güneş enerjisi, temiz, sürdürülebilir ve gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılama potansiyeline sahip bir enerji kaynağıdır. Artan teknolojik gelişmeler ve maliyet düşüşleriyle birlikte, güneş enerjisi giderek daha popüler hale gelmektedir ve küresel enerji portföylerinde önemli bir rol oynaması beklenmektedir (Karamanav, 2007).

Şekil 1.10'da güneş panellerinin ön ve arka yüzleri, Şekil 1.11'de de ülkemizin güneş enerjisi potansiyeli haritası verilmiştir.



Şekil 1.10. Güneş panelleri ön ve arka yüzleri



Şekil 1.11. Türkiye güneş enerjisi potansiyeli haritası (Yarar 2019)

1.4.7.Nükleer enerji

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin çeşitli nükleer reaksiyonlar yoluyla saldığı enerjidir. Bu enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması (filyon) veya birleştirilmesi (füzyon) gibi nükleer reaksiyonlarla elde edilir.

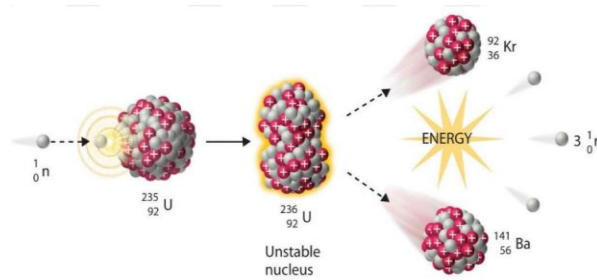
Filyon, ağır atom çekirdeklerinin nispeten daha hafif çekirdeklere parçalanması işlemidir. Bu reaksiyon sırasında büyük miktarda enerji açığa çıkar. Nükleer enerji santrallerinde yaygın olarak kullanılan filyon reaksiyonunda, uranyum veya plütonyum gibi filyonabilen (bölünebilir) maddeler kullanılır. Filyon reaksiyonunda ortaya çıkan enerji, bu maddelerin atom çekirdeklerinin parçalanmasıyla açığa çıkar ve su buharı üreten bir reaktör içerisinde buhar türbinleri tarafından elektrik enerjisine dönüştürülür (Dinçer, 1987).

Füzyon, hafif atom çekirdeklerinin birleştirilmesi işlemidir. Bu reaksiyonda, çok yüksek sıcaklık ve basınç altında, hidrojen veya helyum gibi hafif elementlerin çekirdekleri bir araya getirilir ve daha ağır bir elementin çekirdeği olurken büyük miktarda enerji açığa çıkar. Füzyon reaksiyonu, Güneş ve diğer yıldızlarda doğal olarak gerçekteşir. Ancak, dünya üzerinde kontrol edilebilir bir füzyon reaksiyonu henüz başarıyla gerçekteşirilememiştir (Sakal, 2015).

Nükleer enerji, yüksek enerji yoğunluğuna sahip ve büyük miktarda elektrik enerjisi üretebilen bir kaynaktır. Filyon reaksiyonu, diğer fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında daha az sera gazı salınımı yapar. Bununla birlikte, nükleer enerji çeşitli zorlukları da beraberinde getirir. Nükleer reaktörlerin güvenlik önlemleri, nükleer atıkların yönetimi, olası kazaların etkileri ve nükleer silah yayılmasının riskleri gibi konular önemli tartişma konularıdır.

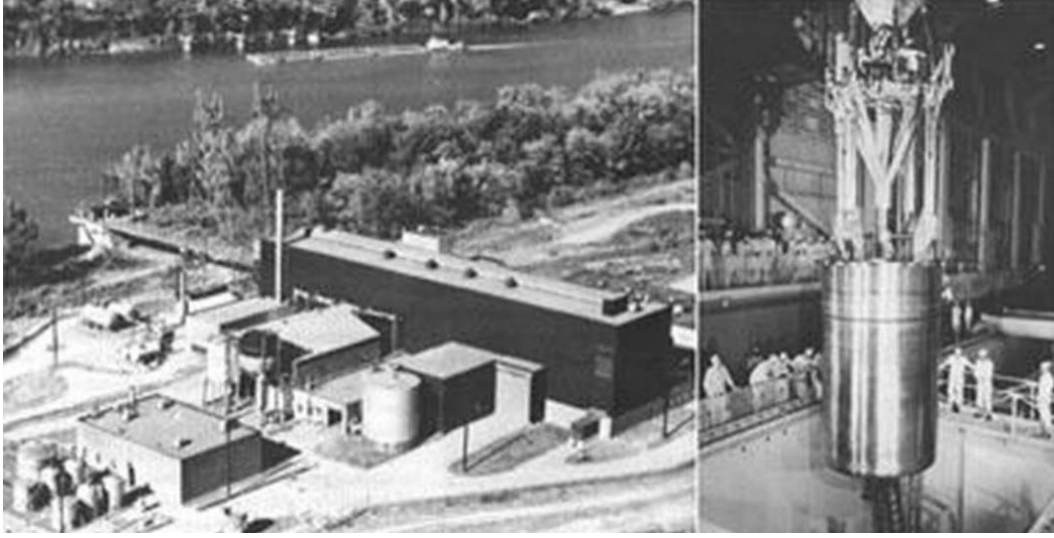
Nükleer enerji, birçok ÷lke tarafından elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır. Bazı ÷lkeler nükleer enerjiyi enerji arzının bir parçası olarak görürken, diğerleri nükleer enerjiden uzak durmayı tercih eder. Nükleer enerji konusu, enerji politikaları, güvenlik, çevresel etkiler ve enerji ihtiyaçları gibi birçok faktörü içeren karmaşık bir konudur (Kaya, 2012).

şekil 1.12'de zincirleme bir nükleer reaksiyon gösterilmiştir.



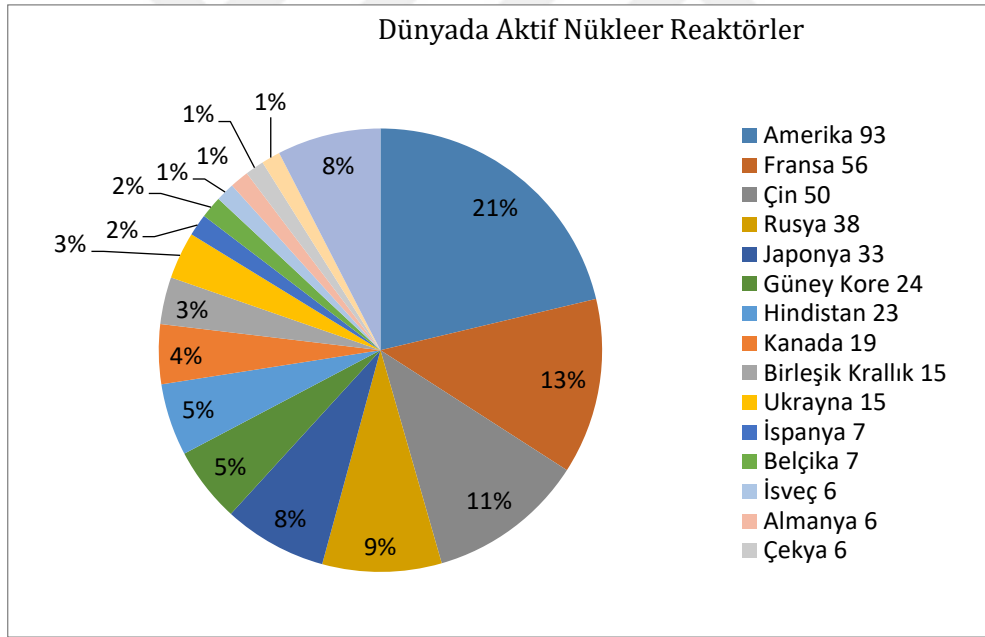
şekil 1.12. Zincirleme nükleer reaksiyon (Url-12, 2022)

şekil 1.13'de dünyada kurulan ilk nükleer enerji santrali gör÷lmektedir.



Şekil 1.13. Dünyanın ilk nükleer enerji santrali

Şekil 1.14'de de Dünyada aktif nükleer reaktörler ve elektrik üretimi oranları verilmiştir.



Şekil 1.14. Ülkeler bazında nükleer enerjiden elektrik üretimi (Url-13, 2021)

1.4.8. Gel-git enerjisi

Gelgit enerjisi, gelgit hareketlerinden kaynaklanan potansiyel enerjinin kullanılmasıyla elde edilen bir tür yenilenebilir enerjidir. Gelgit hareketleri, Dünya'nın yerçekimi etkisiyle deniz seviyesindeki yükselme ve alçalmalar olarak bilinir. Güneş ve Ay'ın çekim kuvvetleri, okyanuslarda su seviyesinde düzenli değişikliklere neden olur (Erdem vd, 2015).

Gelgit enerjisi, gelgit hareketlerinden elde edilen hidrolik enerjiyi kullanarak elektrik enerjisi üretmek için gelgit santralleri kullanır. Gelgit santralleri, gelgitlerin en yüksek olduğu bölgelerde, kıyıya yakın veya denizde kurulabilir.

Gelgit enerjisi üretimi için genellikle iki ana yöntem kullanılır:

- **Gelgit Akıntısı Enerjisi:** Gelgit akıntısı enerjisi, okyanus akıntularından kaynaklanan enerjinin kullanılmasıyla elde edilir. Özel rotorlar veya türbinler kullanılarak gelgit akıntısından geçen suyun kinetik enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu yöntem, sürekli bir akışa sahip olan bölgelerde kullanılabilir (Orhan, 2014).
- **Gelgit Yükselme ve Alçalma Enerjisi:** Gelgit yükselme ve alçalma enerjisi, gelgitlerin neden olduğu deniz seviyesi değişikliklerinden kaynaklanan potansiyel enerjinin kullanılmasıdır. Gelgit santralleri, gelgitlerin yükseldiği veya alçaldığı zamanlarda suyu depolayarak veya serbest bırakarak enerji üretir. Bu yöntem genellikle lagünler, koylar veya gelgit havzaları gibi yerlerde uygulanır (Kuşkaya vd, 2017).

Gelgit enerjisi, çevre dostu bir enerji kaynağıdır çünkü sera gazı emisyonlarına katkıda bulunmaz. Ayrıca, gelgitler öngörülebilir ve düzenli bir şekilde gerçekleştiği için enerji üretimi için güvenilir bir kaynak olarak kabul edilir. Bununla birlikte, gelgit enerjisi potansiyeli, sınırlı sayıda kıyı bölgesinde bulunmaktadır ve kurulum maliyetleri yüksek olabilir.

Gelgit enerjisi, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte kullanıldığında enerji portföylerini çeşitlendirmek ve sürdürülebilir enerji üretimini desteklemek için önemli bir rol oynayabilir. Ancak, gelgit enerjisi projelerinin doğal çevre üzerindeki etkileri ve deniz ekosistemlerine olan potansiyel etkileri dikkate alınmalıdır.

1.4.9. Biyokütle enerjisi

Biokütle enerjisi, biyolojik kaynaklardan elde edilen organik maddelerin enerji üretimi için kullanılmasıdır. Bu enerji, biyokütle olarak adlandırılan organik maddelerin yanması veya çürümesi yoluyla elde edilir. Biyokütle enerjisi, bitkisel ve hayvansal atıklar, odun, tarımsal ürünler, atık ve geri dönüşüm malzemeleri gibi çeşitli biyolojik kaynaklardan gelir (Topal vd, 2008).

Biyokütle enerjisi üretimi, çeşitli yöntemlerle gerçekleştirilebilir:

- **Biyokütle Yakma:** Biyokütle materyali, enerji santrallerinde veya ısıtma sistemlerinde yakılır. Yakma işlemi sonucunda ortaya çıkan ısı, buhar türbinleri aracılığıyla mekanik enerjiye dönüştürülerek elektrik enerjisi üretilir (Üçgül vd, 2010).
- **Biyogaz Üretimi:** Organik materyaller, anaerobik fermantasyon süreciyle biyogaza dönüştürülür. Biyogaz, metan ve karbondioksit gibi gazlardan oluşur ve enerji üretimi

için kullanılabilir. Biyogaz, elektrik üretmek veya ısıtma sistemlerini beslemek amacıyla kullanılabilir.

- **Biyokütle Sıvı Yakıtları:** Biyokütle, biyoyakıtlar olarak adlandırılan sıvı yakıtlara dönüştürülebilir. Bu süreçte biyokütle materyali, kimyasal reaksiyonlarla etanol, biodizel veya benzin gibi yakıtlara dönüştürülür. Bu biyoyakıtlar, ulaşım sektöründe veya endüstriyel yakıt olarak kullanılabilir.

Biyokütle enerjisi, yenilenebilir bir enerji kaynağıdır, çünkü organik materyaller yenilenebilir veya geri dönüştürülebilir kaynaklardan elde edilir. Ayrıca, biyokütle enerjisi kullanımı fosil yakıtların yerine geçerek sera gazı emisyonlarını azaltabilir ve çevresel etkileri daha sınırlıdır. Biyokütle enerjisi aynı zamanda tarımsal atıklar veya ormansal yanma artıkları gibi biyokütle kaynaklarının kullanımını teşvik ederek ekonomik faydalar da sağlayabilir (Topal vd, 2008).

Ancak, biyokütle enerjisi kullanımının bazı sınırlamaları ve zorlukları vardır. Biyokütle kaynakları sınırlı olabilir ve doğru şekilde yönetilmelidir. Ayrıca, biyokütle üretimi ve kullanımı, gıda üretimiyle rekabet edebilir ve tarım alanlarının kullanımına bağlı olarak çevresel etkilere neden olabilir. Biyokütle enerjisi üretimi için de uygun tesislerin kurulması ve altyapının oluşturulması gereklidir.

Biyokütle enerjisi, enerji üretiminde ve ısınma sistemlerinde çeşitli uygulamaları olan bir enerji kaynağıdır.

1.4.10. Deniz dalga enerjisi

Deniz dalga enerjisi, okyanus veya denizdeki dalga hareketlerinden kaynaklanan enerjinin kullanılmasıyla elde edilen bir tür yenilenebilir enerjidir. Deniz dalga enerjisi, dalga hareketlerinden kaynaklanan kinetik enerjiyi veya dalga yüksekliği farkından kaynaklanan potansiyel enerjiyi kullanarak elektrik enerjisi üretir (Örer vd, 2003).

Deniz dalga enerjisi üretimi için çeşitli teknolojiler ve yöntemler kullanılmaktadır:

- **Dalga Enerji Dönüştürücüler:** Bu teknolojiler, dalga hareketlerinden kinetik enerjiyi kullanarak elektrik enerjisi üretir. Örneğin, dalga türbinleri veya salıncak sistemleri gibi cihazlar, dalga hareketlerini kullanarak rotorları veya jeneratörleri çalıştırır ve elektrik enerjisi üretir.
- **Dalga Kırıcıları:** Dalga kırıcıları, dalga hareketlerini kullanarak suyun kinetik enerjisini yakalar ve elektrik enerjisine dönüştürür. Dalga kırıcıları, kıyıya yakın bölgelerde, dalgaların gücünden yararlanan yapılar olarak inşa edilir.
- **Hava Kompresörleri:** Hava kompresörleri, dalga hareketlerini kullanarak hava sıkıştırma işlemiyle enerji üretir. Dalga hareketleri, bir hava kompresörünü

çalıştırarak basınçlı hava üretir ve bu basınçlı hava daha sonra elektrik enerjisine dönüştürülür.

Deniz dalga enerjisi, temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı olarak kabul edilir. Dalga hareketleri sürekli ve tekrarlanabilir bir şekilde gerçekleşir, bu nedenle enerji üretimi için potansiyel olarak güvenilir bir kaynaktır. Ayrıca, deniz dalga enerjisi kullanımı çevresel olarak dosttur ve sera gazı salınımına katkıda bulunmaz (Duman, 2010).

Ancak, deniz dalga enerjisi projelerinin bazı zorlukları vardır. Dalga hareketlerinin gücünü ve sürekliliğini sağlamak için uygun bölgelerin belirlenmesi önemlidir. Teknolojik gelişmeler, verimlilik ve maliyet faktörlerinin iyileştirilmesi için devam etmektedir. Ayrıca, deniz ekosistemleri ve kıyı alanları üzerindeki olası etkileri değerlendirmek ve yönetmek önemlidir.

Deniz dalga enerjisi, diğer yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte kullanıldığında enerji portföylerini çeşitlendirmek ve sürdürülebilir enerji üretimini desteklemek için önemli bir rol oynayabilir. Araştırmalar ve teknolojik ilerlemeler, deniz dalga enerjisinin potansiyelini artırmak ve daha yaygın bir şekilde kullanılmasını sağlamak için devam etmektedir (Duman, 2010).

2. BÖLÜM

ENERJİNİN İLETİMİ VE DAĞITIMI

2.1. Enerjinin İletimi

Elektrik enerjisinin iletimi, elektrik enerjisinin üretim noktalarından tüketim noktalarına aktarılması sürecidir. Elektrik enerjisi, genellikle yüksek gerilimli iletim hatları aracılığıyla iletilir. İletim hatları, enerji üretim merkezlerinden başlayarak şehirler, kasabalar ve endüstriyel bölgeler gibi büyük tüketim merkezlerine kadar uzanabilir. Elektrik iletimi yeraltındaki kablolar ve havai iletim hatları ile yapılır. İletim hatlarında orta ve yüksek gerilim taşındığından yeraltı kablolarından ziyade havai hatların kullanımı daha çok tercih edilmektedir. Enerji iletim işlemi yapılırken dikkat edilecek en önemli hususların başında, düşük maliyet ve güvenilir bir şekilde devamlılık arz edecek bir şekilde yapılması gelmektedir (Zuhur, 2021).

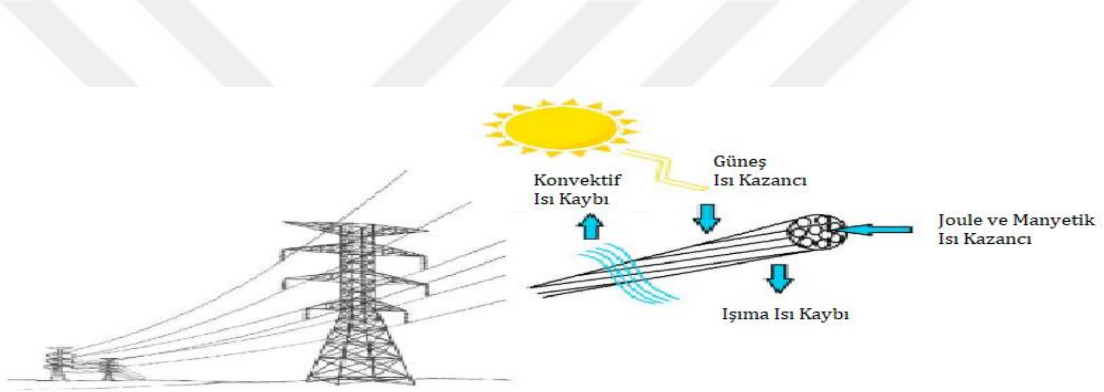
Elektrik enerjisi iletimi aşağıdaki temel adımları içerir:

1. Üretim: Elektrik enerjisi, termal santraller, hidroelektrik santraller, rüzgâr çiftlikleri, güneş enerjisi santralleri veya nükleer santraller gibi enerji üretim tesislerinde üretilir. Bu tesislerde, farklı enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretilir ve iletim hattına verilmek üzere bir elektrik santralinden toplanır.
2. Yüksek Gerilim İletimi: Elektrik enerjisi, üretim tesislerinden yüksek gerilimli iletim hatlarına verilir. Yüksek gerilim kullanılmasının nedeni, elektrik enerjisinin iletim sırasında kayıplarını azaltmak ve daha uzun mesafelere iletebilmektir. Yüksek gerilim, iletim hatları boyunca enerjinin kaybedilmeden taşınabilmesini sağlar.
3. İletim Hatları: Yüksek gerilimli iletim hatları, genellikle direkler üzerinde asılı olan büyük çaplı kablolar veya hatlar aracılığıyla elektrik enerjisini iletmek için kullanılır. Bu hatlar, genellikle yüzlerce veya binlerce kilometre uzunluğunda olabilir ve enerjinin güvenli ve etkili bir şekilde taşınmasını sağlar.
4. Transformatörler: Elektrik enerjisi, iletim hattının farklı noktalarında yer alan transformatörler aracılığıyla gerilim seviyesi değiştirilerek yönlendirilir. Yüksek gerilimli iletim hatları, enerjinin kayıpsız bir şekilde taşınmasını sağlar, ancak tüketim noktalarında gerilim seviyeleri düşürülmelidir. Bu nedenle, transformatörler kullanılarak enerji gerilimi düşürülerek dağıtım ağına verilir.
5. Dağıtım Ağı: Elektrik enerjisi, dağıtım ağına düşük gerilimli hatlar aracılığıyla tüketim noktalarına taşınır. Dağıtım ağı, elektrik enerjisinin şehirlerdeki evlere, işyerlerine ve endüstriyel tesislere ulaşmasını sağlar. Bu aşamada, daha düşük gerilim seviyeleri kullanılır ve enerji, trafolardan geçerek son kullanıcılara dağıtılır.

6. Son Kullanıcılar: Elektrik enerjisi, son kullanıcıların evlerinde, işyerlerinde veya endüstriyel tesislerinde elektrikli cihazları çalıştırmak, aydınlatma sağlamak ve diğer enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılır.

Elektrik enerjisinin iletimi, enerji verimliliği, güvenlik ve süreklilik açısından önemli bir süreçtir. İletim hatları ve dağıtım ağı, düzenli bakım ve izleme gerektiren karmaşık altyapı sistemleri gerektirir. Elektrik enerjisinin havai hatlar ile bir noktadan başka bir noktaya ulaştırılması bazı problemleride beraberinde getirir. Bunlardan en önemlileri, enerji iletim hatlarının farklılaşan coğrafik, atmosferik ve çalışma şartlarından etkilenmeleri ve hat özelliklerinin bu sebeplerle değişmesidir (Karaer, 2005). Elektrik enerjisi iletimi, elektrik şebekelerinin güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde çalışmasını sağlamak için elektrik dağıtım şirketleri ve enerji şirketleri tarafından yönetilir.

Şekil 2.1.'de havai iletim hat iletkenine etki eden çevresel faktörler gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Havai iletim hat iletkenine etki eden çevresel faktörler (Cigre, 2014)

2.2. Enerji Dağıtım

Elektrik enerjisinin dağıtım, enerji şirketleri veya dağıtım şirketleri tarafından gerçekleştirilen bir süreçtir. Bu süreç, yüksek gerilim iletim hatlarından gelen elektrik enerjisinin transformatörler aracılığıyla düşük gerilim seviyelerine indirgenerek son kullanıcılara ulaştırılmasını içerir (Koçak, 2021).

İşte elektrik enerjisinin dağıtımıyla ilgili ana adımlar:

- **Transformatörler:** Yüksek gerilim iletim hatlarından gelen elektrik enerjisi, transformatörler kullanılarak gerilim seviyesi düşürülür. Bu adımda, elektrik enerjisi genellikle dağıtım trafoları tarafından alınarak daha düşük gerilim seviyelerine dönüştürülür. Dönüştürülen enerji, dağıtım ağına verilmek üzere hazır hale getirilir.
- **Dağıtım Ağı:** Dağıtım ağı, elektrik enerjisinin son kullanıcılara ulaştırılmasını sağlar. Bu ağ, düşük gerilimli hatlar, dağıtım trafoları, dağıtım direkleri ve yer altı kabloları

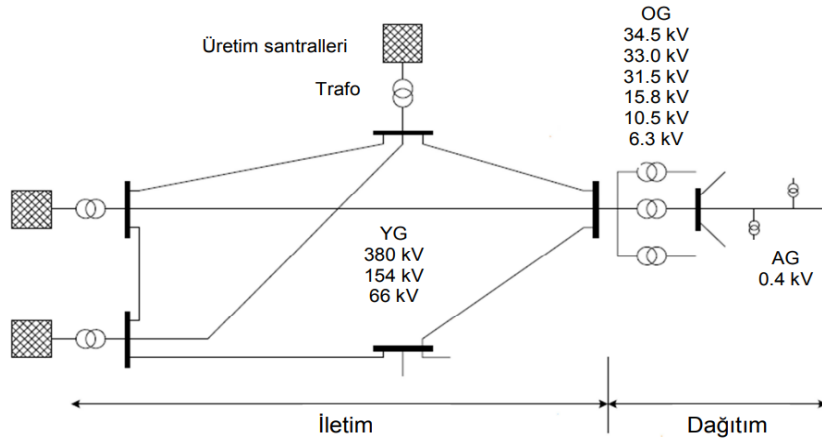
gibi bileşenlerden oluşur. Elektrik enerjisi, dağıtım ağı boyunca güvenli bir şekilde iletilir ve son kullanıcılara dağıtım trafoları aracılığıyla verilir.

- Sayacı ve Ölçüm: Elektrik enerjisi, son kullanıcıların evlerine veya işyerlerine ulaştığında, elektrik sayacı aracılığıyla tüketim ölçülür. Elektrik sayacı, tüketilen enerji miktarını kaydederek faturalandırma ve ölçüm amaçları için kullanılır. Sayacın okunması ve verilerin toplanması, elektrik tedarikçisi veya dağıtım şirketi tarafından düzenli olarak gerçekleştirilir.
- Son Kullanıcılar: Elektrik enerjisi, son kullanıcıların evlerinde, işyerlerinde ve endüstriyel tesislerde elektrikli cihazları çalıştırmak, aydınlatma sağlamak ve diğer enerji ihtiyaçlarını karşılamak için kullanılır. Son kullanıcılar, elektrik enerjisini elektrik prizleri veya bağlantı noktaları aracılığıyla alır ve tüketir.

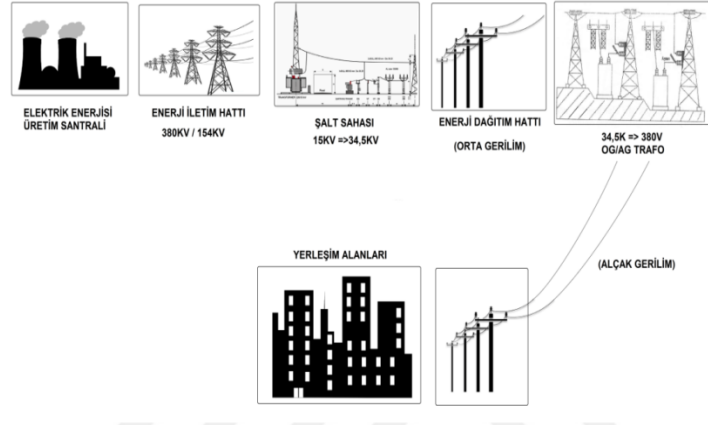
Elektrik enerjisinin dağıtımı, enerji şirketleri tarafından düzenlenir ve denetlenir. Şebeke güvenliği, enerji kalitesi, kesinti süresi ve müşteri hizmetleri gibi faktörler, dağıtım şirketleri tarafından önemsenir ve sürekli izlenir. Dağıtım ağı, bakım, onarım ve yükseltmelerle sürekli olarak güncellenir ve iyileştirilir.

Elektrik enerjisinin dağıtımı, güvenli, verimli ve sürekli bir şekilde sağlanmalıdır. Bu nedenle, enerji şirketleri ve dağıtım şirketleri, şebekelerin düzgün çalışmasını sağlamak ve müşterilere kesintisiz enerji temin etmek için çeşitli yöntemler ve teknolojiler kullanır.

Şekil 2.2'de basit elektrik şebekelerinin gerilim seviyeleri ve tek hat şeması verilmiştir. Şekil 2.3'te ise enerji iletim ve dağıtım sistemleri yapısı verilmiştir.



Şekil 2.2. Tipik elektrik şebekesinin tek hat şeması ve gerilim seviyeleri (Latran, 2012)



Şekil 2.3. Enerji iletim ve dağıtım sistemleri yapısı (Zuhur, 2021)

2.2.1. Transformatör

Transformatörler ya da kısaltmasıyla da bilinen adıyla trafolar; elektrik enerjisinin gerilim seviyesini değiştiren elektriksel cihazlardır (Çilliyüz, 2014). Temel olarak, bir trafo, birincil ve ikincil sargılardan oluşan bir demir çekirdek üzerine sarılmış tellerden oluşur.

Birincil sargı, transformatöre gelen elektrik enerjisinin uygulandığı sargıdır. Alternatif akım birincil sargıya uygulandığında, bir manyetik alan oluşturulur. Bu manyetik alan, demir çekirdekte değişimlere neden olur. İkincil sargı, manyetik alanın değişimlerini algılayarak bir elektrik akımı indükler.

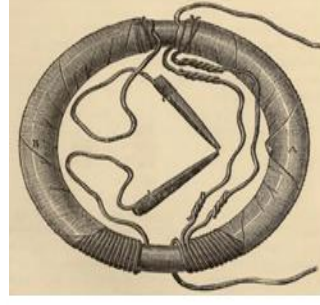
Transformatör, birincil ve ikincil sargı arasındaki sargı sayısının oranına bağlı olarak gerilim ve akım değerlerini değiştirir. Eğer ikincil sargı, birincil sargıdan daha fazla sargıya sahipse, bu trafo step-up (yükselteç) transformatör olarak adlandırılır ve çıkıştaki gerilim değeri giriş geriliminden daha yüksektir. Eğer ikincil sargı, birincil sargıdan daha az sargıya sahipse, bu trafo step-down (alçaltıcı) transformatör olarak adlandırılır ve çıkıştaki gerilim değeri giriş geriliminden daha düşüktür. Elektrik santralleri genellikle kullanılan kaynağa yakın yerlerde kurulurlar bundan dolayı tüketim sahalarına uzak mesafede yer alırlar. Bundan dolayı elektrik enerjisinin kolay iletilebilir olması açısından gerilimin santrallerde yükseltilmesi ve tüketim sahalarında kullanım için düşürülmesi gereklidir. Bu elektrik enerjisinin yükseltme ve düşürme işleri trafolar ile yapılır (Çilliyüz, 2014).

Trafo, enerji iletimi ve dağıtımında geniş çapta kullanılır. Elektrik enerjisinin yüksek gerilim iletim hatları üzerinden uzun mesafelere taşınmasını sağlar. Yüksek gerilim, enerji kayıplarını azaltır. Daha sonra, dağıtım trafoları ve dağıtım şebekesi aracılığıyla gerilim seviyesi düşürülerek, enerji tüketim noktalarına ulaştırılır.

Trafo ayrıca elektronik cihazlarda da kullanılır. Güç adaptörleri, bilgisayarlar, televizyonlar, ses sistemleri ve diğer birçok elektronik cihaz, doğru gerilim seviyesini sağlamak için bir

transformatör içerir. Trafo, elektrik enerjisinin verimli bir şekilde iletilmesini ve kullanılmasını sağlayan önemli bir elektriksel bileşendir (Url-16, 2023).

Şekil 2.4. Faraday'ın keşfi olan trafo ve Şekil 2.5.'te ise Stanley'in keşfi olan trafo görselleri verilmiştir.

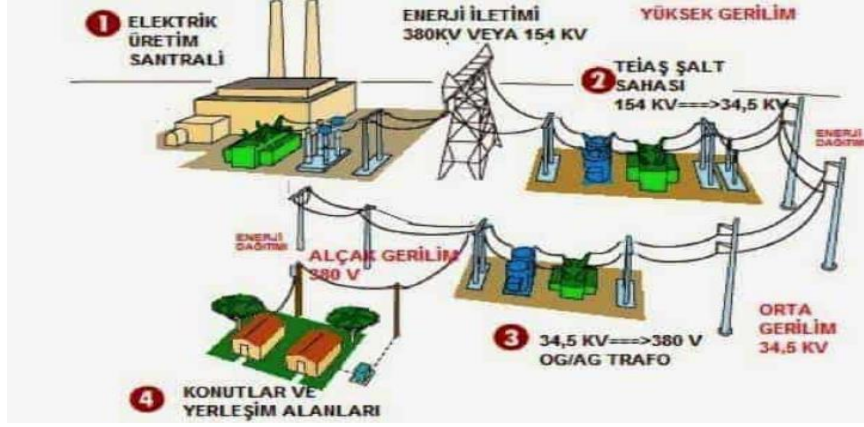


Şekil 2.4. Faraday'ın keşfi olan trafo(Özupak, 2020)



Şekil 2.5. Stanley'in keşfi olan trafo (Özupak, 2020)

Elektrik enerjisinin üretim, dağıtım ve tüketimi Şekil 2.6.'da aşamalı olarak gösterilmiştir (Özupak, 2020).



Şekil 2.6. Elektrik enerjisinin üretim, dağıtım ve tüketimi (Özupak, 2020)

2.2.2. Elektrik dağıtım ağı

Elektrik dağıtım ağı, elektrik enerjisinin iletim hatlarından alınarak son kullanıcılara dağıtıldığı ağıdır. Bu ağ, enerji şirketleri veya dağıtım şirketleri tarafından yönetilir ve elektrik enerjisinin güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde tüketici noktalarına ulaştırılmasını sağlar.

Elektrik dağıtım ağı, çeşitli bileşenlerden oluşur ve aşağıdaki ana öğeleri içerir:

- İletim hatları: Elektrik enerjisi, yüksek gerilim iletim hatları üzerinden dağıtım merkezlerine taşınır. Bu iletim hatları genellikle yüksek dirençli ve yalıtkan malzemelerden yapılmıştır ve elektrik enerjisinin uzun mesafeler boyunca iletilmesini sağlar. İletim hatları, enerji kayıplarını minimize etmek için optimize edilir.
- Dağıtım trafo merkezleri: İletim hatlarından gelen yüksek gerilimli elektrik enerjisi, dağıtım trafoları aracılığıyla düşük gerilim seviyelerine indirgenir. Dağıtım trafoları, transformatörler aracılığıyla gerilim dönüşümü gerçekleştirir ve enerjiyi dağıtım ağına verilmek üzere hazır hale getirir.
- Dağıtım şebekesi: Dağıtım şebekesi, elektrik enerjisinin son kullanıcılara dağıtıldığı düşük gerilimli hatlar ve altyapı sistemlerinden oluşur. Bu şebekeler, şehirlerdeki sokaklarda, mahallelerde ve binalarda bulunan dağıtım direkleri, yer altı kabloları ve dağıtım kutuları gibi bileşenleri içerir. Dağıtım şebekesi, elektrik enerjisinin güvenli ve istikrarlı bir şekilde son kullanıcılara iletilmesini sağlar.
- Bağlantı noktaları: Elektrik dağıtım ağı, son kullanıcıların evlerine, işyerlerine ve endüstriyel tesislerine elektrik enerjisi sağlamak için bağlantı noktaları sunar. Bu bağlantı noktaları, elektrik sayacının bulunduğu ve enerjinin tüketildiği noktalarlardır. Elektrik sayacı, tüketilen enerji miktarını ölçerek faturalandırma işlemleri için kullanılır.

Elektrik dağıtım ağı, elektrik enerjisinin güvenli, verimli ve sürekli bir şekilde son kullanıcılara iletilmesini sağlamak için düzenli bakım, izleme ve yatırımlar gerektirir. Ayrıca, enerji şirketleri ve dağıtım şirketleri, enerji taleplerinin değişikliklerine uyum sağlamak ve arıza durumlarında hızlı bir şekilde müdahale etmek için yönetim ve kontrol sistemleri kullanır (Ceylan, 2012).

2.2.3. Elektrik sayacı ve ölçümü

Elektrik sayacı, elektrik enerjisinin tüketildiği noktalarda kullanılan bir cihazdır. Elektrik sayacı, tüketilen elektrik enerjisinin miktarını ölçerek faturalandırma ve enerji yönetimi süreçlerinde önemli bir rol oynar.

Elektrik sayacının ana işlevi, elektrik akımının geçtiği hattı izleyerek geçen elektrik enerjisinin miktarını ölçmektir. Bu ölçüm genellikle kilowatt-saat (kWh) birimiyle ifade edilir. Elektrik sayacı, elektrik devresi üzerindeki gerilim ve akım değerlerini algılayarak, bu değerlerin çarpımını hesaplar ve enerji tüketimini kaydeder.

Elektrik sayacı, analog veya dijital olarak çalışabilen farklı tiplerde olabilir. Geleneksel analog sayacın üzerinde dönen bir disk veya gösterge bulunur ve bu gösterge, tüketilen enerji miktarını belirtir. Dijital sayacın ise bir ekranı vardır ve tüketim miktarını sayısal olarak gösterir. Bazı gelişmiş elektrik sayacı modelleri, enerji tüketimini saatlik veya günlük olarak kaydedebilir ve kullanıcılara enerji tüketimlerini izleme ve analiz etme imkânı sağlar. Dijital sayaçların geleneksel analog sayaçlara göre üstün olan bir diğer özelliği ise, doğrudan olmayan bağlantılarda yani ölçü akım ve gerilim transformatörleriyle birlikte kullanılmalarda durumunda, özellikle akım transformatörlerinin sekonderlerini çok daha düşük bir düzeyde yüklüyor olmalarıdır (Çaycı, 2014).

Elektrik sayacının doğru bir şekilde çalışması ve güvenilir ölçüm yapması önemlidir. Bu nedenle, sayacın periyodik olarak kalibrasyon ve test edilmesi gerekebilir. Ayrıca, enerji şirketleri ve yetkilendirilmiş kuruluşlar tarafından sayacın doğruluğu denetlenebilir ve onaylanabilir (Çaycı, 2014).

Elektrik sayacının ölçümü, genellikle enerji şirketleri veya dağıtım şirketleri tarafından gerçekleştirilir. Bu şirketler, belirli aralıklarla kullanıcının enerji tüketimini okur ve fatura oluşturmak için bu verileri kullanır. Bazı durumlarda, kullanıcılar da kendi sayacının okumasını yapabilir ve bunu enerji sağlayıcısına bildirerek faturalandırma sürecine katkıda bulunabilir.

Elektrik sayacı ve ölçümü, enerji tüketiminin izlenmesi, enerji tasarrufu sağlanması ve faturalandırma süreçlerinin düzenlenmesi için önemlidir. Ayrıca, enerji yönetimi, talep yanıtı ve enerji verimliliği gibi alanlarda da kullanıcıların bilinçlenmesine yardımcı olur.

2.2.4. Son kullanıcılar

Elektrik son kullanıcıları, elektrik enerjisini tüketen ve elektrik dağıtım ağından hizmet alan kişiler, evler, işyerleri ve endüstriyel tesislerdir. Elektrik son kullanıcıları, elektrik enerjisini çeşitli amaçlarla kullanır ve günlük yaşamlarında elektrik enerjisine büyük ölçüde bağımlı oldukları görülmektedir.

Elektrik son kullanıcıları, farklı ölçeklerde olabilirler. Evler, apartmanlar, konut siteleri ve küçük işletmeler küçük ölçekli son kullanıcılara örnek olarak verilebilir. Bu tür kullanıcılar genellikle elektrik enerjisini aydınlatma, ısıtma/soğutma, ev aletleri, bilgisayarlar ve diğer elektronik cihazlar için kullanır.

Bunun yanı sıra, büyük endüstriyel tesisler, ticari binalar, fabrikalar ve enerji yoğun sektörler gibi daha büyük ölçekli son kullanıcılar da vardır. Bu tür kullanıcılar, elektrik enerjisini üretim süreçleri, makine ve ekipmanlar, aydınlatma, havalandırma ve diğer endüstriyel uygulamalar için kullanır.

Son kullanıcıların elektrik talebi, günlük ve mevsimsel olarak değişmektedir. Örneğin, akşam saatlerinde evlerdeki enerji talebi artarken, işyerleri ve endüstriyel tesislerdeki talep genellikle iş saatleri boyunca yüksektir. Mevsimlere bağlı olarak da talep farklılık gösterebilir, örneğin kış aylarında ısıtma ihtiyacı artarken, yaz aylarında ise soğutma ihtiyacı ön plana çıkar.

Son kullanıcılar, enerji tüketimi ve enerji maliyetleri konusunda bilinçli olma eğilimindedirler. Enerji verimliliği önlemleri alarak enerji tüketimini azaltmak, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş yapmak veya enerji yönetim sistemlerini kullanmak gibi yöntemlerle enerji tasarrufu sağlamaya çalışırlar. Aynı zamanda, enerji talebinin düzenlenmesi, enerji yoğunluğunun azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması amacıyla çeşitli enerji politikaları ve teşvikler de son kullanıcıları desteklemektedir.

Elektrik son kullanıcıları, enerji şirketleri, dağıtım şirketleri ve enerji yönetimi şirketleri gibi paydaşlarla etkileşim halindedir. Elektrik tedarik sözleşmeleri, tarifeler, fatura süreçleri ve teknik destek gibi konularda bu paydaşlarla iletişim kurarlar. Ayrıca, enerji verimliliği danışmanlığı, yenilenebilir enerji sistemleri kurulumu ve enerji yönetimi hizmetleri gibi çözümlerden de yararlanabilirler.

3. BÖLÜM

ÇORUM İLİ YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI KULLANIM POTANSİYELİ VE ANALİZİ

Türkiye'nin, hidroenerji, jeotermal, güneş, rüzgâr, enerji potansiyeli sırasıyla 216 milyar KWh, 31500 MWt, 500 Mtep/yıl, 400 milyar Kwh'tur. Bir başka deyişle yenilenebilir enerji kaynakları yönünden dünyanın şanslı bölgelerinden birinde yer almaktadır. Türkiye'de hidro-enerji toplam elektrik enerjisi üretiminde %41 oranındaki payıyla halen en fazla kullanılan yenilenebilir enerji kaynaklarından biridir. 2020 yılına gelindiğinde Türkiye'nin hidro-enerji potansiyelinin yaklaşık %90'ından faydalanması beklenmektedir. Öte yandan, Türkiye'de jeotermal enerji kaynaklarından 20 Megavat elektrik üretilmektedir. 2020 yılında bu miktarın 1000 MGW'a kadar çıkması öngörülmektedir. Bir başka deyişle, 2020 yılında, 1 milyon 250 bin konut jeotermal enerjiyle ısıtılacaktır. Diğer taraftan, 2002 yılı sonu itibarıyla rüzgâr enerjisinden 1.8 GW'lık enerji elde edilmiştir. Yapılan planlar 2025 yılında elektrik ihtiyacının %7'si rüzgâr enerjisinden karşılanacağını ortaya koymaktadır.

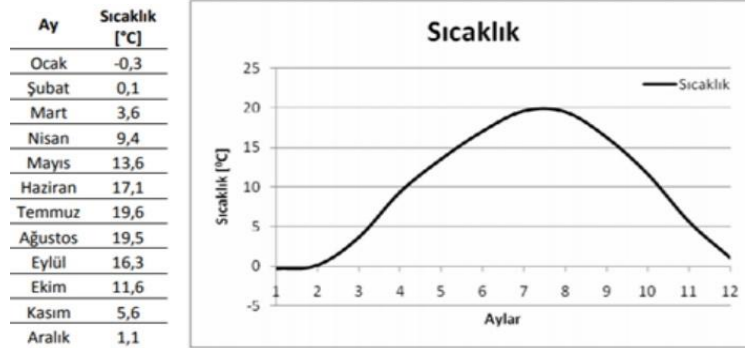
Türkiye'de bazı belediyeler tarafından çöp içinde biriken metan gazının borularla enerji üretim tesislerine pompalanmasıyla elektrik enerjisi üretilmektedir. Bu konuda yapılan çalışmalara 1957 yılında başlanmış olup, çöp termik santrallerin kurulması girişimleri hız kazanmıştır.(Url-2,2023)

Çorumda il olarak bu yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı konusunda Türkiye'nin öncü illerinden bir tanesidir. 13 tane ilçesi olan Çorum ilinin hemen hemen bütün ilçelerinde hidroelektrik veya güneş enerji santrali bulunmaktadır. Çorum ortalama yıllık 2511 saat güneş almaktadır bunun neticesinde ilde radyasyon seviyesi yıllık 1419 KWh/m² dir. Çorumda aktif kurulu güç kapasitesi olarak büyüklü küçüklü bir çok hidroelektrik ve güneş enerji santrali vardır. Bu santraller merkez ve ilçelerde bulunmaktadır.

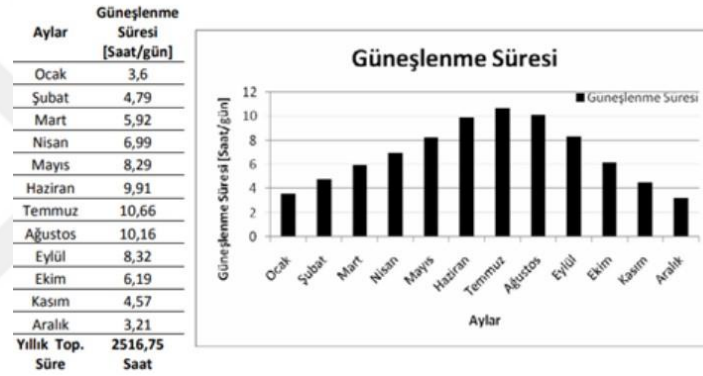
3.1. Çorum'da Güneş Enerjisi Santrali (Ges) Potansiyeli Ve Analizi

Coğrafi veriler ele alındığında Çorum 40° 32' 2" Kuzey enlemi, 34° 57' 20" Doğu boylamı koordinatlarında bulunur ve 801 metrelik rakıma sahiptir. OKA (Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı) aracılığı ile hazırlanmış olan TR 83 Bölgesi Yenilenebilir Enerji Raporunda, Çorum ilinin yenilenebilir enerji potansiyel analizi üzerine yapılan çalışmalarda, fotovoltaik sistemden en iyi verim alınabilmesi adına panel yerleşim açısının 32° eğime olması gerektiği belirtilmiştir. 32°'lik eğimin vermiş olduğu avantaj sayesinde Yaklaşık olarak 720 W/m² maksimum güç üretilebilmektedir. Yıllık toplam enerji 1550 kWh/m² olmakla birlikte, 32° eğimli yüzeye düşen enerji Temmuz ve ağustos aylarında 5800 Wh/m²'dir.

Çorum iline ait yıllık yaklaşık sıcaklık verileri; OKA aracılığı ile yapılan çalışmalar sonucunda Şekil 3.1’de, bir yıllık süreçte her ay için gün bazlı yaklaşık güneşlenme süresi ise Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

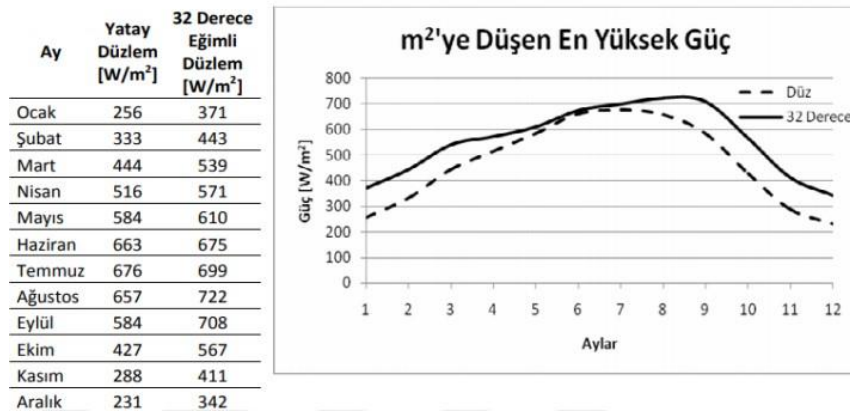


Şekil 3.1. Çorum ili yıllık ortalama sıcaklık değerleri (Soydan, 2019)



Şekil 3.2. Çorum ili günlük ortalama güneşlenme süresi (Soydan, 2019)

İl merkezinde 1 m² yatay düzleme paralel ve en elverişli güneşlenme açısı olarak belirtilen 32° eğimli yüzeye düşen aylık güneşlenme miktarı değerleri Şekil 3.3’te gösterilmiştir. (Soydan,2019).



Şekil 3.3. Çorum il merkezi düz ve 32° açı ile yerleştirilmiş 1m² düzleme düşen aylık güneşlenme miktarı (Soydan, 2019)

Aşağıdaki tablo incelendiğinde, Çorum'da güneş kaynaklı elektrik üretim potansiyelinin en fazla Boğazkale ilçesinde olduğu görülmektedir. Üretilebilecek maksimum 287,1 KWs/m² elektrik miktarı ile diğer ilçelere göre daha fazla üretim potansiyeli mevcuttur. Boğazkale ilçesi Çorum'un en güneyinde yer almakla birlikte en fazla güneşlenme süresinde sahiptir. Çorum il merkezi ve ilçelerinden üretimi gerçekleştirilebilen güneş kaynaklı enerji ortalama max 278,16 KWs/m²'dir (Eroğlu 2017). Aşağıdaki Tablo 3.1.'de Çorum il merkezi ve ilçeleri güneş kaynaklı elektrik üretimi potansiyel durumları gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Çorum İl Merkezi ve İlçeleri Güneş Kaynaklı Elektrik Üretimi Potansiyel Durumları (Url-8, 2022)

İlçe	Güneşl. Süresi (Saat/yıl)	Max. Güç (W/m ²)	Optimum Açı(°)	Toplam Enerji (KWs/m ²)	Max Elektrik Üretimi (KWs/m ²)
Merkez	2520	722	32	1551,3	279,2
Alaca	2601	734	32	1587,8	285,8
Bayat	2525	721	32	1529,4	275,3
Boğazkale	2620	741	32	1595,1	287,1
Dodurga	2451	712	32	1525,7	274,6
İskilip	2486	729	32	1565,9	281,9
Kargı	2416	706	32	1507,5	271,3
Laçın	2452	713	31	1511,1	271,9
Mecitözü	2497	719	32	1551,3	279,2
Oğuzlar	2460	719	31	1529,4	275,3

Tablo 3.2.'ye göre Çorum İlinde lisanssız olanların sayısı bilinmemekle birlikte, 9 tane bilinen güneş enerji santrali bulunmaktadır. Buna göre toplamda lisanssızlarla beraber 733,086 MW kurulu güç içerisinde isimleri bilinen santraller arasında; 600 MW ile Alaca GES birinci sırayı, 3,1 MW ile Özdemir KILIÇ GES ikinci sırayı 1,00 MW kurulu güçle Menderes Boynuuzun GES ve Uğurludağ Belediyesi GES üçüncü sırayı , 0,48 MW ile Tekin Karo GES dördüncü sırayı 0,25 MW kurulu güçle Çorum OSB GES beşinci sırayı, 0,23 MW kurulu güçle Çorum Ticaret ve Sanayi Odası GES altıncı sırayı ve 0,026 MW Çorum Best Oil GES kurulu güçle yedinci sırayı almaktadır. Tablo 3.2.'de Çorumda bulunan güneş enerji santralleri gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Çorum Güneş Enerjisi Santralleri (Url-3, 2023)

Güneş Enerjisi Santral Adı	Kurulu Güç
Menderes Boynuuzun GES	1,00 MW
Çorum OSB GES	0,25 MW
Çorum Ticaret ve Sanayi Odası GES	0,23 MW
Çorum Best Oil GES	0,026 MW
Tekin Karo GES	0,48 MW
Çorum'da diğer lisanssız GES'ler	127 MW
Uğurludağ Belediyesi GES	1,00 MW
Özdemir KILIÇ GES	3,1 MW
Alaca GES	600 MW
TOPLAM	733,086 MW

3.1.1. Alaca GES

Alaca, Çorum ilçesinde yer alan Alaca Güneş Santrali, Türkiye'nin güneş enerjisi üretimine katkı sağlayan önemli bir enerji tesisidir. İşte bazı bilgiler:

- Alaca Güneş Santrali, Türkiye'nin en büyük güneş enerjisi santrallerinden biridir. Toplamda 600 MW kurulu güce sahiptir.
- Santral, yaklaşık 2.000 hektarlık bir alana kurulmuştur. Geniş arazisi sayesinde yüksek miktarda güneş paneli yerleştirilebilmektedir.
- Alaca Güneş Santrali'nin inşaatı, 2019 yılında başlamış ve 2020 yılında tamamlanmıştır.
- Santralde toplamda yaklaşık 1.880.000 adet güneş paneli bulunmaktadır. Bu paneller, güneş ışığını elektriğe dönüştürerek enerji üretimini sağlar.
- Alaca Güneş Santrali, temiz ve yenilenebilir bir enerji kaynağı olan güneş enerjisinden elektrik üretir. Bu sayede çevre dostu bir enerji üretimi sağlanmaktadır.
- Santral, Türkiye'nin enerji ihtiyacını karşılamak için önemli bir katkı sağlamaktadır. Güneş enerjisi, sürdürülebilir bir enerji kaynağı olduğu için çevreye zararlı emisyonlar oluşturmaz.
- Alaca Güneş Santrali, ürettiği enerjiyi elektrik şebekesine aktararak evlere, iş yerlerine ve diğer tüketim noktalarına güneş enerjisinden elektrik sağlar.

Alaca Güneş Santrali, Türkiye'nin enerji sektöründeki güneş enerjisi yatırımlarının önemli bir örneğidir. Güneş enerjisi, sürdürülebilir ve temiz bir enerji kaynağı olarak gelecekte daha da önem kazanması beklenmektedir.

3.1.2. Sungurlu GES

ÇORUM'un ilk güneş enerji santrali olma özelliği taşıyan Çorum Sungurlu güneş enerjisi sistemi Çorum ile Sungurlu ilçesi arasında yer almaktadır.1000 kWp kapasiteli sistem 4000 adet ANKARA SOLAR AS-6P 250W Solar Panel ve36 adet HUAWEI SUN2000-28KTL Solar Inverter kullanılarak sisteme alınmıştır (Url-22, 2022). Aşağıdaki Resim 3.1.'de Sungurlu GES'e ait bir görsel verilmiştir.



Resim 3.1. Sungurlu GES(Url-22,2022)

3.1.3. Uğurludağ GES

Çorum ili Uğurludağ ilçesi 2,72Mwp/2,3Mwe gücünde arazi tipi güneş enerjisi santralinin kabulü 07.08.2018 tarihinde yapıldı.

Çorum ili Uğurludağ ilçesindeki GES 2,72 Mwp/2,3Mwe gücünde ve yıllık 4080 MWh enerji üretimine sahip 2,72Mwp gücündeki GES projesinde 10.000 adet güneş paneli ve 62 adet HUAWEI Sun2000-36KTL invertör kullanıldı.

Güneş Enerji Santrali ile ilçe belediyesi , yaklaşık olarak yaz aylarında 120 BİN TL; kış aylarında ise 60 BİN TL olmak üzere ortalama 90 BİN TL gelir elde edecektir (Url-7, 2022). Resim 3.2.'de Uğurludağ GES'e ait görsel verilmiştir.



Resim 3.2. Uğurludağ GES (Url-7, 2022)

3.2. Çorum'da Jeotermal Potansiyeli ve Analizi

Çalışmamızın bu kısmında Çorum ve ilçelerinin jeotermal potansiyelinin araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için Çorum ve ilçelerini içine alan (33-36)° Doğu Boylam ve (39.5-41.5)° Kuzey Enlemleri arasında kalan bölgede üç boyutlu olarak deprem tomografisi yöntemiyle incelenmiştir. Çalışmada 2006-2017 yılları arasında gerçekleşen 3380 depremin 13 deprem istasyonu tarafından kaydedilen verileri jeofizik ters çözüm yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Analizler neticesinde Çorum ili ve ilçelerinde jeotermal enerji potansiyeli ortaya çıkarılmıştır (Şahin, 2018).

Sıklıkla başvuru alan sismik tomografi yöntemi, kabuk ve üst mantonun üç boyutlu olarak yerel ve bölgesel ölçekte hız yapısını ortaya çıkarmak amacıyla son yıllarda kullanılmaktadır. Özellikle deprem faaliyetlerinin fazla olduğu ve volkanik etkinliğin yoğun olduğu bölgelerde üç boyutlu sismik tomografi başarıyla uygulanmaktadır. Tomografi çalışmalarında sismik dalgalardan faydalanılır. Sismik dalga kullanımıyla yer altının yüksek çözünürlüklü modellenmesi, yer küre yapısı ve depremin gelişim sürecin belirlenebilir. Elde edilen modelleme, yerin iç yapısının üç boyutlu olarak reel değişiminin basite indirilmiş gösterimidir. Matematiksel olarak tomografi, bir nevi jeofizik ters çözüm işlemidir. Ortam boyunca yol alan enerjinin tespitiyle başlayan bu süreç enerjinin karakteri, yol aldığı ortamın verilerini (hız, yoğunluk vs.) belirlemek için kullanılır (Şahin, 2018).

Yapılan çalışmada jeotermal oluşumu iki nedene bağlandığı görülmektedir

- Magmatik yükselimler
- Gerilime bağlı olarak canlı faylar boyunca oluşan ısısal değişim.

İnceleme alanının güneyinde ve doğusunda magmanın kristalleşme eğiliminde olduğu görülmektedir. Derinlik kesitleri ele alındığında mantonun fay olan bölgelerde yükseldiğini göstermektedir. Yapılan incelemelerde rastlanılan bu durum Mecitözü, Havza, Sungurlu ve

Hamamözü çevresinde net olarak belirlenip görülmektedir. Ancak yüzeyde jeotermal çıkışlar, Mecitözü, Çorum, Hamamözü ve Havza'da görülmektedir. Bazı bölgelerde de manto malzemesinin yer kabuğunun derinlerine doğru ilerlemesi görülmüştür. Bu durum bize Sungurlu, Alaca ve Laçın'de de jeotermal enerji potansiyelinin olabileceğini göstermektedir.

Diğer taraftan Kuzey Anadolu Fay hattı boyunca oluşan gerilme daha çok Kargı ve Osmancık'da ısısal değişim meydana getirmektedir. Kargı Ağaçasarı mevkiinde meydana gelen ılıcalar bu durumun anlaşılabilir olmasında bize kılavuzdur. Tüm bu sonuçlar bize gösteriyor ki, Çorum ve ilçelerinde yer kabuğu yapısı ve fay hatları boyunca meydana gelen ısısal değişimler yerel ölçekte araştırmalar yapılmasını kaçınılmaz kılmaktadır (Şahin, 2018).

Çorum ilinde mevcut olan Jeotermal Kaynaklar Mecitözü ve Hamamlıçayköy olarak bilinmektedir. Bu jeotermal kaynaklar sadece kaplıca olarak hizmet vermektedir (Şahin, 2018).

Tablo 3.3. Çorum ilinde mevcut olan Jeotermal Kaynaklar. (Şahin, 2018)

Alan Adı	Sıcak Su Doğal Çıkış Adı	Kullanım Alanları	Kurulu Tesis
Mecitözü	Figani	Kaplıca	Kaplıca
Hamamlıçayköy	Hamamlıçayköy	Kaplıca	Kaplıca

3.3. Çorum'da Rüzgâr (RES) Potansiyeli ve Analizi

Türkiye'de ilk rüzgâr santrali 1998 yılında İzmir'de kurulmuştur. Ülkemizde bulunan Rüzgâr Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 10.930 MW'dır. 2021 yılında Rüzgâr Enerji Santralleri ile 31.137.427.230 kilovatsaat elektrik üretimi yapılmıştır. Bugün ülkemizde tüketilen elektriğin yaklaşık %7,1'ini rüzgâr santrallerinden karşılanmaktadır. Lisans kurulu gücü kadar kurulu güce erişmemiş olup inşası devam etmekle birlikte devreye alınan 287 santrali vardır. İnşası devam eden ve kısmen devreye alınan santrallerin de tam kapasite ile devreye girmesiyle birlikte 1.338 MW güce sahip ek rüzgâr türbini devreye girecek ve kurulu güç 12.268 MW kapasiteye ulaşacaktır. Ayrıca henüz hiç devreye alınmayan fakat inşası devam eden (yani yatan lisanslar hariç) 53 santralin lisans kapasitesi de 129 MW'dır. Bu bağlamda kısmi olarak devreye alınan ve inşası belli bir aşamaya gelmiş projelerin tümü tamamlandığında ülkemizde rüzgâr santrali kurulu gücünün 12.397 MW düzeyine çıkacağı görülmektedir (Url-24, 2022). Şekil 3.4.'te Türkiye'de kayıtlı RES verileri verilmiştir.

Rüzgar Enerji Santralleri Profili	
Kayıtlı Santral Sayısı :	287
RES Kurulu Güç :	10.930 MWe Kayıtlı: 11.345 MWe
Kurulu Güce Oranı :	% 10,86
Yıllık Elektrik Üretimi :	~ 29.112 GWh
Üretimin Tüketime Oranı :	% 9,70
Lisans Durumu :	270 lisanslı, 17 lisanssız

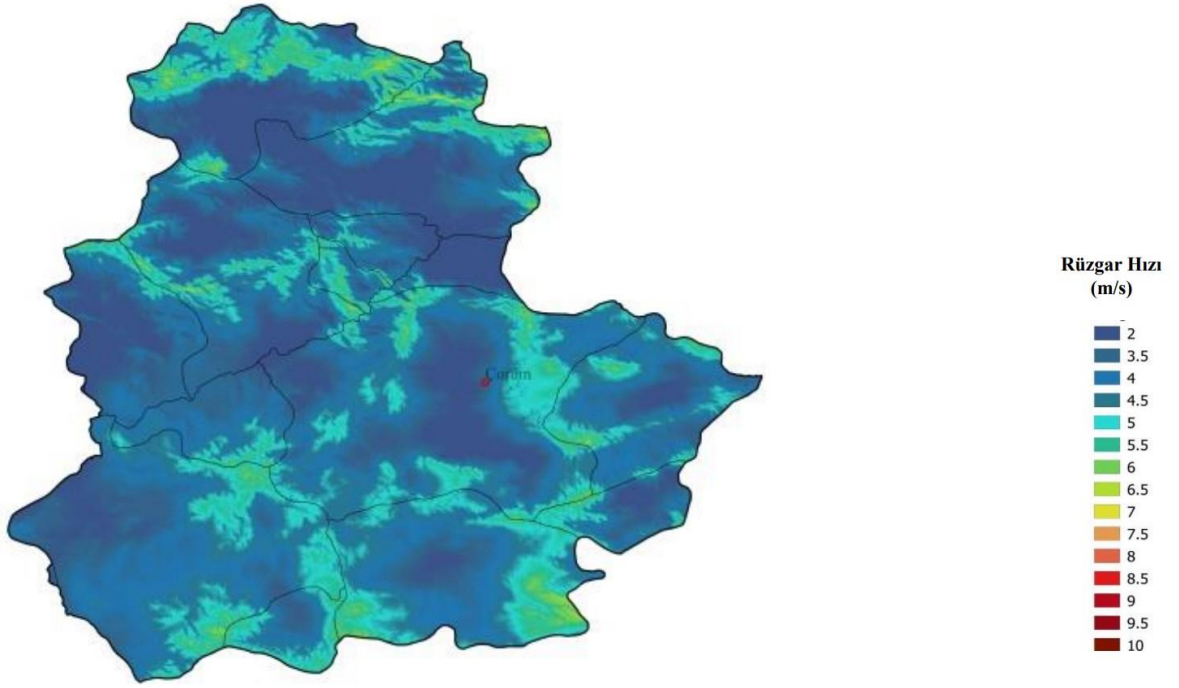
Şekil 3.4. Türkiyede kayıtlı RES verileri. (Url-24, 2022)

3.3.1. Ülkemizde kullanılan rüzgâr santralleri

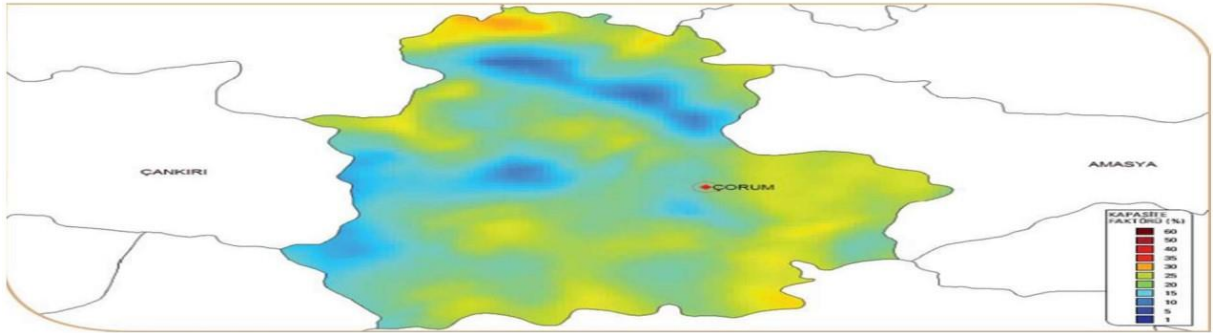
Rüzgâr türbini bir diğer ismi ile rüzgâr gülü; yüksek basınç alanından alçak basınç alanına doğru oluşan hava akımının yani rüzgârın kinetik enerjisini önce mekanik enerjiye ardından elektrik enerjisini çeviren sistemlere rüzgâr türbini denir. Ticari olarak işletilen rüzgâr santrallerindeki rüzgâr türbinleri genellikle 5-6 metre/saniye (18-21,6 km/saat) hızda devreye girip, yine genel olarak 25-30 metre/saniye (90 - 108 km/saat) rüzgâr hızında kendini korumaya alır. Daha küçük rüzgâr türbinleri 2 metre/saniye veya 7,2 km/saat rüzgâr hızında da devreye girebilmektedir. Türkiye'de işletmede bulunan rüzgâr santrallerinde kullanılan rüzgâr türbinleri Almanya, Danimarka, Amerika Birleşik Devletleri, İspanya, Çin, Fransa, Hindistan ve Türkiye gibi farklı menşeilere sahip olup, bu ülkelerde geliştirilmiş Nordex, Vestas, Enercon, GE, Siemens, Gamesa, Sinovel, Suzlon, Acciona, Alstom, Senvion, Unison, Northel, Ayetek, Shriram, Milres, Leitwind ve Vira gibi markalardır.

Milres rüzgâr türbini, Milres projesi (Milli Rüzgâr Enerji Sistemleri Geliştirilmesi) dahilinde TÜBİTAK tarafından geliştirilen ve bir süre sonra 500 kW gücündeki ilk tribünü İstanbul'da Terkos Barajı kıyısında kurulup İSKİ tarafından işletilecek rüzgâr türbinidir.

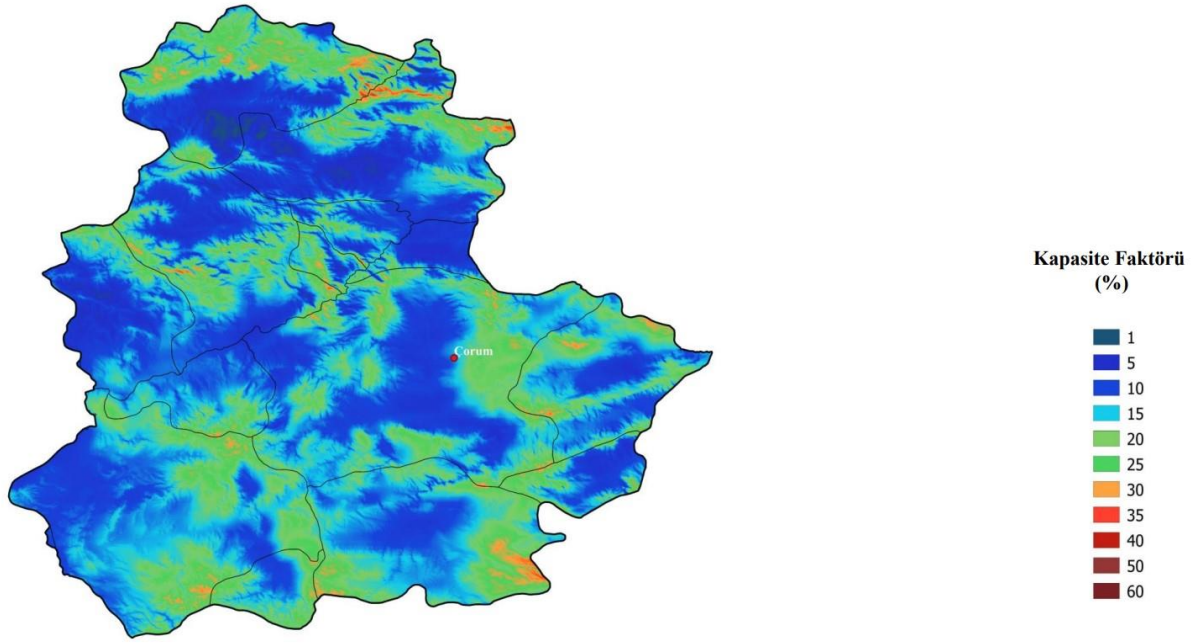
Türkiye'deki rüzgâr santrallerinde kullanılan rüzgâr türbini markaları, ait oldukları ya da ilk kuruldukları ülkeler, türbin markalarına göre türbin sayısı ve kurulu güçleri ile Türkiye toplam rüzgâr santrali kurulu gücüne oranı yani pazar payları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Url-25, 2022). Tablo 3.4. rüzgâr türbini markaları ve kurulu güçleri verilmiştir.



Şekil 3.6. Çorum rüzgâr hız dağılım haritası (100 metrede) (Url-5, 2023)

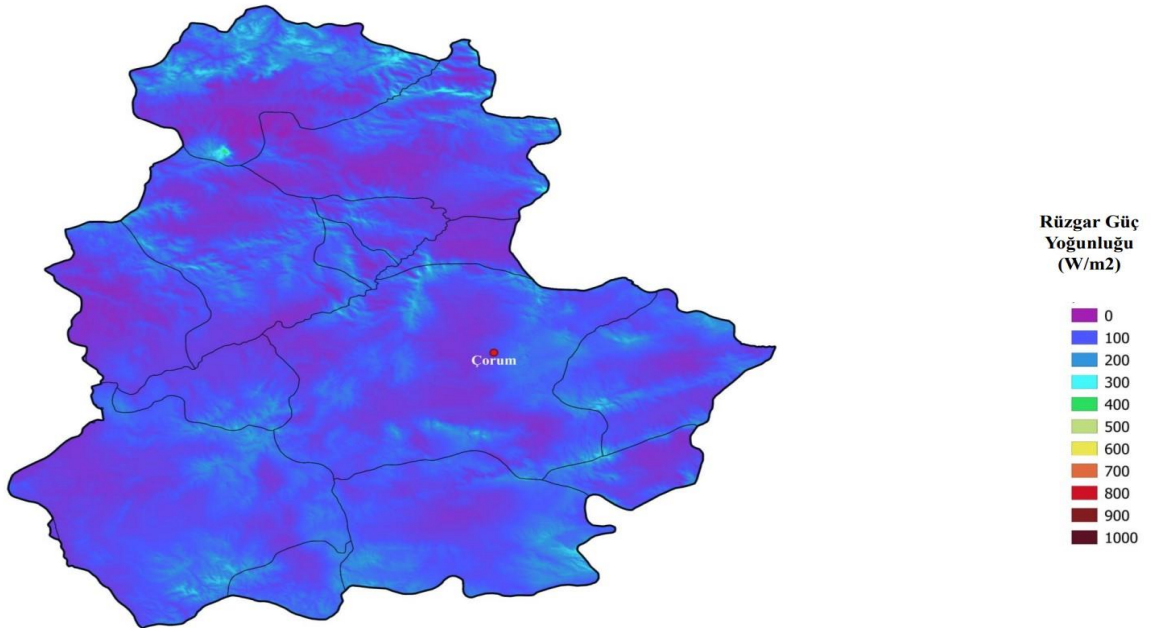


Şekil 3.7. Çorum rüzgâr kapasite faktör dağılım haritası (%) (Url-8, 2022)



Şekil 3.8. Çorum rüzgâr kapasite faktör dağılım haritası (100 metre) (Url-5, 2023)

Kapasite faktörü dağılımı haritası 3 MW gücündeki bir rüzgâr türbininin teknik değerleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Şekil 3.9.'da yıllık ortalama rüzgâr güç yoğunluğu dağılımı verilmiştir.



Şekil 3.9. Yıllık ortalama rüzgâr güç yoğunluğu dağılımı (100 metre) (Url-5, 2023)

Ekonomik RES yatırımı rüzgâr hız dağılımındaki 6,5-7 m/s ve kapasite faktör dağılımındaki %30-%35 lik eşiği geçen bölümler Çorum il merkezinin doğusu, Alaca ilçesinin güneydoğu kesimi, Bayat'ın kuzeydoğusu, Boğazkale'nin güney kesimi, İskilip'in kuzeybatı kesimi, Kargı'nın kuzey kesimi, Sungurlu'nun güneydoğu kesimi, Mecitözü'nün kuzey kesimi, Osmancık'ın kuzey doğu kesimleri ve Uğurludağ ilçesinin orta kesimleridir. Bu bölgeler RES yatırımı için uygundur.

Öte yandan bölgenin rüzgâr enerji potansiyeline bakıldığında aşağıdaki tablo Çorum bölgesinde lisans verilen ve ön lisans alan firmaları göstermektedir. Tablo 3.5.'te Çorum bölgesinde lisans verilen ve ön lisans alan firmalar verilmiştir.

Tablo 3.5. Çorum bölgesinde lisans verilen ve ön lisans alan firmalar

Şirket Adı	Tesis Yeri	Tesis Türü	Kurulu Güç (MWm)	Kurulu Güç (MWe)	Lisans Tarihi	Lisans Süresi
Rüzgâr Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Çorum/Havza RES	RES	15	15	05.04,2011	49
RSH Damızlık Hayvan ve Tarımsal Ürünler ve Enerji Tic. Ltd.Şti.	Çorum	RES	45	45	24.07.2008	49
Topaz RES	-	RES	65	65	Ön Lisans	Ön Lisans

3.4. Çorum'da Biyokütle Potansiyeli ve Analizi

Hayvan dışkıları, bitki kaynaklı veya organik atıklar yoluyla elde edilebilen biyokütle enerjisi ile alakalı potansiyeli görebilme adına hayvansal atık miktarı, bitkisel atık miktarı ve kentsel atık miktarı rakamsal değerleri önem taşımaktadır. Aşağıda verilen Tablo 3.6.'da Çorum iline ait hayvansal veriler rakamsal olarak gösterilmektedir.

Tablo 3.6. Çorum iline ait hayvansal veriler rakamsal olarak gösterilmesi (Veriler İl Tarım Müdürlüğünden alınmıştır)

İLÇE	BÜYÜKBAŞ BULUNAN İŞLETME SAYISI	KÜÇÜKBAŞ BULUNAN İŞLETME SAYISI	BÜYÜKBAŞ HAYVAN SAYISI	KÜÇÜKBAŞ HAYVAN SAYISI
ALACA	1080	136	16589	22778
BAYAT	1580	102	13437	14014
BOĞAZKALE	401	17	6728	1697
DODURGA	246	25	3295	2785
İSKİLİP	2183	121	19631	15900

KARGI	995	148	9830	17034
LAÇİN	340	90	3830	9980
MECİTÖZÜ	1464	202	21998	25595
MERKEZ	2727	328	53460	66569
OĞUZLAR	368	6	2913	606
ORTAKÖY	468	82	3979	7315
OSMANCIK	1943	362	18875	40829
SUNGURLU	1708	274	29392	59352
UĞURLUDAĞ	509	96	6315	13384
TOPLAM	16012	1989	210272	297838

Aşağıda gösterilen Tablo 3.7.'de ise Çorum iline ait hayvansal, bitkisel ve kentsel atık miktarı(ton/yıl) rakamsal olarak gösterilmektedir.

Tablo 3.7. Çorum iline ait hayvansal, bitkisel ve kentsel atık miktarı (ton/yıl) rakamsal olarak gösterilmesi

İL	Hayvansal Atık Miktarı (ton/yıl)	Bitkisel Atık Miktarı (ton/yıl)	Kentsel Katı Atık Miktarı (ton/yıl)	Atıkların Toplam Enerji Eşdeğeri
Çorum	2.380.071,93	1.801.673,99	174.096,79	235.708,00

Çorumda Arel Enerji ve Çorum Belediyesi iş birliği ile işletilen biyokütle ve biyogaz tesisi ve Mecitözü ilçemizde faaliyet gösteren özel işletme (Oltan ve Kölenoğlu Elektrik) 'ye ait biyokütle enerji santrali vardır. Aşağıdaki Tablo 3.8.'de Çorum ili biyokütle enerji santralleri kurulu güç kapasiteleri verilmiştir.

Tablo 3.8. Çorum ili biyokütle enerji santralleri kurulu güç kapasiteleri

İşletme Adı	Bulunduğu yer	Kurulu güç	Faaliyet yılı
Arel Enerji-Çorum Belediyesi(Biyokütle)	Çorum	2.76 MWe	2020
Arel Enerji-Çorum Belediyesi(Biyogaz)	Çorum	6MWe	2019
Oltan Köleoğlu Enerji (Biyokütle)	Mecitözü	6MWe	2017

3.4.1. Arel enerji-Çorum belediyesi (biyokütle)

Çorum katı atık düzenli depolama sahasından biyometanizasyon tesisine gelen biyobozunur atıklar, fermantasyon odalarında gerçekleşen anaerobik bozulma ile metan gazı üretmesiyle elde edilen metan gazından, gaz motorları aracılığı ile elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilir.

3.4.2. Arel enerji-Çorum belediyesi (biyogaz)

Hayvansal atıklardan elde edilen metan gazından elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir.

3.4.3. Oltan Köleoğlu enerji (biyokütle)

Bitkisel ve hayvansal kaynaklı atıklardan elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirilmektedir.

3.5. Çorum'da Hidroelektrik (HES) Potansiyeli Ve Analizi

Türkiyenin kendi sınırları içerisinde doğup yine kendi sınırları içerisinde Karadeniz'e dökülen ve en uzun nehir olma özelliğini taşıyan Kızılırmak Nehri Çorum ilinin hidroelektrik potansiyeli açısından büyük öneme sahiptir. Yaklaşık olarak 1.355 km (841 mil) uzunluğu sahip olan Kızılırmak Nehrinin 182 Km'lik bölümü Çorum ili sınırları içerisinde bulunmaktadır. Bu 182 Km'lik yol boyunca; Çorum iline ait Sungurlu, Kargı, Osmancık, Dodurga, Laçın, Oğuzlar, Çorum, İskilip, Uğurludağ ve Bayat'ı kapsayan on adet ilçesinin sınırları içerisinde yol alır. Ortalama debisi 184 m³/sn olan nehrin 20 yıllık gözlem süresince en az 18,4 m³/sn'ye ve en çok 1.673 m³/sn'ye ulaştığı görülmüştür. Kızılırmak 4600 hm³/yıl yüksek debi açısından HES için önemli avantajlar sunmaktadır. (Türk, 2011:7).

İlimizde enerji üretimi için öneme sahip bir diğer akarsu ise Yeşilırmağın kolu olan Çekerek Çayıdır. Toplam uzunluğu 256 km olan Çekerek Çayının 16 km'si ilimize bağlı Ortaköy ilçemizinden geçmektedir.

Kızılırmak üzerinde 4 adet hidroelektrik santrali (HES) bulunmaktadır. Aşağıdaki Tablo 3.9.'da Kızılırmak üzerinde faal haddede bulunan hidroelektrik enerji santralleri gösterilmiştir.

Tablo 3.9. Kızılırmak üzerinde faal haddede bulunan hidroelektrik enerji santralleri

Santral Adı	İlçe	Firma	Güç
Obruk Barajı ve HES	Oğuzlar	EÜAŞ	211 MW

Kargı Kızılırmak Barajı ve HES	Kargı	Statkraft	102 MW
Ülkün HES	Uğurludağ	Turka Otelcilik	24 MW
Pirinçli HES	Dodurga	Derya Elektrik Üretim	19 MW

Resim 3.3.'te Obruk HES'e ait bir görsel verilmiştir.



Resim 3.3. Obruk HES (Url-4, 2022)

3.5.1. Obruk barajı ve hidroelektrik santrali (HES)

Çorum'un, Kızılırmak üzerinde bulunmaktadır. Kamuya ait olan Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ) tarafından işletilmektedir. Enerji ve sulama amaçlı bir barajdır. Barajın gövdesi kil çekirdekli yarı geçirimli dolgu olup, nehir yatağından 67 metre, temelden 125 metre yüksekliktedir. Gövde hacmi 12.00 hektometreküp ve maksimum göl alanı 50.21 kilometrekaredir. Santral 210,80 MWe kurulu gücü ile Türkiye'nin 81. Çorum'un ise en büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 27. büyük Hidroelektrik santrali'dir. Yıllık enerji üretimi 515 milyon kWh'dir.

Ülke elektrik üretiminin binde 5'ini karşılayacak olan kapasitesiyle Obruk Barajı ve HES ortalama 330.392.021 kilovatsaat elektrik üretimi ile 90.967 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Obruk Barajı ve HES sadece konut elektrik

tüketimi dikkate alındığında ise 110.610 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır (Url-6, 2023).

Kronolojik sıralaması aşağıdaki şekildedir.

29.07.2009 : Obruk Barajı'nın geçici kabulü yapıldı ve santralde ticari elektrik üretimi başladı.

24.09.2007 : Obruk Barajı'nın kapakları kapatılarak kademeli olarak su tutulmaya başlandı.

29.02.1996 : Temeli Cumhurbaşkanı Süleyman Demirel tarafından atılan Obruk Barajı'nın inşaatına başlandı.

Obruk Barajı ve HES'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretim oranı Tablo 3.10.'da verilmiştir.

Tablo 3.10. Obruk Barajı ve HES'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretim oranı (Url-6, 2023)

Karakteristik Özellikleri	
Akarsu	Kızılırmak
Minimum işletme seviyesi (rakım)	506 metre
Maksimum işletme seviyesi (rakım)	510 metre
Net düşü	65 m
Min. işletme seviyesi su hacmi	524.510 bin m ³
Max. işletme seviyesi su hacmi	661.110 bin m ³
Elektrik üretimi için faydalı su	136.600 bin m ³
Göl alanı	50,2 km ²

Obruk Barajı ve HES Yıllık Elektrik Üretimi			
Yıl	Üretim (kWh)	Çorum Tüketimine Oranı	TR Tüketimine Oranı
2009	182.000.000	%27	%0,09
2010	430.494.000	%58	%0,20
2011	522.000.000	%62	%0,23
2012	532.000.000	%62	%0,22
2013	332.950.456	%38	%0,14
2014	255.459.839	%28	%0,10
2015	338.188.471	%36	%0,13
2016	321.787.000	%33	%0,12
2020	184.141.170	%17	%0,06
2022	204.899.270	%18	%0,06

3.5.2. Kargı Kızılırmak Barajı ve HES:

Çorum'un, Kızılırmak üzerinde bulunmaktadır. Statkraft bağlı ortağı olan Kargı Kızılırmak Enerji A.Ş. tarafından işletilen santral 101,72 MWe kurulu gücü ile Türkiye'nin 145. Çorum'un ise 2. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 57. büyük Hidroelektrik Santrali'dir. Kargı Kızılırmak Barajı ve HES ortalama 221.964.043 kilovatsaat elektrik üretimi ile 61.113 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Kargı Kızılırmak Barajı ve HES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 74.310 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır (Url-18, 2023).

Kargı Kızılırmak Barajı ve HES'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretim oranı Tablo 3.11'de verilmiştir.

Tablo 3.11. Kargı Kızılırmak Barajı ve HES'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretim oranı. (Url-18, 2023)

Karakteristik Özellikleri	
Akarsu	Kızılırmak
Maksimum işletme seviyesi (rakım)	405 metre
Kuyruk suyu kotu	342 metre
Brüt düşü	63 m
Net düşü	73 m

Kargı Kızılırmak Barajı ve HES Yıllık Elektrik Üretimi			
Yıl	Üretim (kWh)	Çorum Tüketimine Oranı	TR Tüketimine Oranı
2015	117.507.500	%13	%0,044
2020	172.929.030	%16	%0,06
2022	133.809.640	%12	%0,041

3.5.3. Ülkün regülatörü ve HES 1-2

Çorum'un Uğurludağ ilçesinde Kızılırmak üzerindedir. Türkiye'nin 520. Çorum'un ise 3. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 203. büyük Hidroelektrik Santrali'dir. Ülkün HES ortalama 45.011.763 kilovatsaat elektrik üretimi ile 12.393 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Ülkün HES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 15.069 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır.

Kızılırmak Nehri üzerinde Dünya Enerji Elektrik Üretim A.Ş. tarafından inşa edilen Ülkün HES, 23,56 MWe kurulu güce ve yıllık 107,29 milyon kWh elektrik üretim kapasitesine sahip olacaktır (Url-17, 2023).

Kronolojik sıralaması aşağıdaki şekildedir.

01.12.2016 : Ülkün HES için 49 yıl süreli elektrik üretim lisansı verildi.

Ülkün Regülatörü ve HES 1-2 'ye ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretim oranı Tablo 3.12.'de verilmiştir.

Tablo 3.12. Ülkün Regülatörü ve HES 1-2 'ye ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretim oranı. (Url-17, 2023)

Karakteristik Özellikleri	
Akarsu	Kızılırmak
Maksimum işletme seviyesi (rakım)	534 metre
Kuyruk suyu kotu	515 metre
Brüt düşü	17.09 m
Net düşü	16.34 m

Ülkün HES Yıllık Elektrik Üretimi			
Yıl	Üretim (kWh)	Çorum Tüketimine Oranı	TR Tüketimine Oranı
2018	2.167.050	%0,20	%0,001
2019	49.566.180	%4,6	%0,016
2020	53.313.820	%5,0	%0,017

3.5.4. Piriçli regülatörü ve HES

Çorum'un Dodurga ilçesinde Kızılırmak üzerindedir. Derya Elektrik Üretim firmasına ait santral 18,68 MWe kurulu gücü ile Türkiye'nin 601. Çorum'un ise 4. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 243. büyük Hidroelektrik Santrali'dir. Piriçli HES ortalama 94.543.369 kilovatsaat elektrik üretimi ile 26.031 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. Piriçli HES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 31.652 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek elektrik üretimi yapmaktadır (Url-19, 2023).

Kronolojik sıralaması aşağıdaki şekildedir.

10.10.2013 : Santralin ilk ünite ile aynı kapasiteye sahip ikinci ünitesi de devreye alınarak Piriçli Regülatörü ve Hidroelektrik Santrali 18,68 MWe'lik tam kapasite ile elektrik üretimine geçti.

16.07.2013 : Pirinçli HES'in 9,34 MWe kapasiteli birinci ünitesi devreye alındı.

26.03.2009 : EPDK, Derya Elektrik Üretim ve Ticaret AŞ'ye, Pirinçli HES için 49 yıllık elektrik üretim lisansı verdi.

Pirinçli Regülatörü ve HES'e ait karakteristik özellikler Tablo 3.13.'te verilmiştir.

Tablo 3.13. Pirinçli Regülatörü ve HES'e ait karakteristik özellikler (Url- 19, 2023)

Karakteristik Özellikleri	
Akarsu	Kızılırmak
Maksimum işletme seviyesi (rakım)	443.8 metre
Net düşü	19 m

Ayrıca Ortaköy ilçesinde de bir adet hidroelektrik santrali bulunmaktadır. Sivas İli'nin 50 km kuzeybatısındaki 2500 m yükseklikteki Yıldız Dağları'ndan doğan, batıdan gelen Çorum Çayı ile birleşerek Amasya'nın 15 km güneyinde Yeşilirmak'a karışan Çekerek ırmağının az bir bölümü Ortaköy ilçesinden geçmektedir. Çekerek Irmağı'nın uzunluğu 200 km'dir şimdiye kadar ölçülmüş maksimum debi 362 m³/s, minimum debi 0.09 m³/s, ortalama debi ise 20 m³/s dir. Çekerek Irmağı üzerinde bulunan İncesu HES hakkındaki bilgiler aşağıdaki tabloda verilmiştir (Url-20, 2023). Aşağıdaki Tablo 3.14.'da İncesu HES' ait bilgiler verilmiştir.

Tablo 3.14. İncesu HES'e ait bilgiler

Santral Adı	İlçe	Firma	Güç
İncesu HES	Ortaköy	Aksa Enerji	15 MW

Resim 3.4.'te İncesu HES'e ait bir görsel verilmiştir.



Resim 3.4. İncesu HES (Url-9,2022)

3.5.5. İncesu HES

Çorum'un Ortaköy ilçesinde Çekerek Irmağı üzerindedir. Aksa Enerji firmasına ait santral 15 MWe kurulu gücü ile Türkiye'nin 677. Çorum'un ise 5. büyük enerji santralidir. Tesis ayrıca Türkiye'nin 285. büyük Hidroelektrik Santrali'dir. İncesu HES ortalama 23.895.443 kilovatsaat elektrik üretimi ile 6.579 kişinin günlük hayatında ihtiyaç duyduğu (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi) tüm elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilir. İncesu HES sadece konut elektrik tüketimi dikkate alındığında ise 8.000 konutun elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayabilecek enerji üretimi yapmaktadır (Url-21, 2023).

İncesu HES 'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretim oranı Tablo 3.15.'te verilmiştir.

Tablo 3.15. İncesu HES 'e ait karakteristik özellikler ve yıllık elektrik üretim oranı (Url-21, 2023)

Karakteristik Özellikleri	
Akarsu	Çekerek Irmağı
Net düşü	72 m

İncesu HES Yıllık Elektrik Üretimi			
Yıl	Üretim (kWh)	Çorum Tüketimine Oranı	TR Tüketimine Oranı
2011	34.250.000	%4,1	%0,015
2012	25.397.288	%3,0	%0,010
2013	19.900.000	%2,3	%0,008
2014	3.200.000	%0,35	%0,001
2015	25.395.558	%2,7	%0,010
2016	35.229.814	%3,6	%0,013

Çorumda bulunan akarsular aşağıdaki Tablo 3.16'da verilmistir.

Tablo 3.16. Çorumda bulunan akarsular (Url-23, 2023)

Akarsular	Toplam Uzunluğu (km)	İl Sınırları İçindeki Uzunluğu (km)	Debisi (m ³ /sn)	Kolu Olduğu Akarsu	Kullanım Amacı
Kızılırmak	1355	182	137,500	-	Enerji/Sulama
İncesu(Çekerek)	256	16	25,817	Yeşilirmak	Enerji/Sulama
Delice	305	71	23,647	Kızılırmak	Sulama
Devrez	186	11	5,158	Kızılırmak	Sulama
Çorum Çayı(Derincey-Alaca Çayı)	119	93	7,200	Yeşilirmak	Sulama

3.6. Çorum'da Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Güçlü Yönleri

Çorum'da hem konut hem de sanayi alanında elektrik kullanımı giderek artmaktadır. Çorum, başta hidroelektrik santralleri lokomotif olmak üzere enerji üretimi açısından önemli bir potansiyelleri barındıran bir il olma özelliği taşımaktadır. Üretilen elektriği hem il merkezi ve ilçelerde kullanırken hemde çevre illere de üretim fazlasını vermektedir (Güven vd, 2013).

Aşağıdaki Tablo 3.17.'de Çorum'da kullanım yerlerine göre elektrik tüketimi verilmiştir.

Tablo 3.17. Çorum'da kullanım yerlerine göre elektrik tüketimi (MWh) (TUİK, 2012)

Yıllar	Toplam Tüketim	Resmi Daire	Sanayi İşletmesi	Ticarethane	Mesken	Tarımsal Sulama	Sokak Aydınlatma	Diğer
2004	480876	9686	206733	48636	157703	14133	20629	23356
2005	536061	34806	229556	48837	171282	9948	25421	16210
2006	598335	15925	276695	60428	188244	147607	24326	18109
2007	643338	19910	274480	70452	199165	11819	21105	46406
2008	659109	20970	274470	76733	202115	14887	28453	41281
2009	626626	23704	231982	80407	214570	9966	28071	37926
2010	676744	26663	263621	90573	224659	1063	23712	35454

Önemli bir enerji potansiyeline sahip Çorum, enerji kaynak çeşitliliği bakımından sürekli yatırım çeken bir konuma gelmiştir. Aşağıdaki tabloda Çorum'da enerji üretim alanları ve verilen lisanslar gösterilmiştir. Akarsular açısından önemli bir zenginliğe sahip olan Çorum'da HES ile ilgili yeni projeler günden güne çoğalarak devam etmektedir. Ayrıca bu durumun bazı dezavantajları da mevcuttur. Kızılırmak HES açısından yüksek debiye sahip olmasına rağmen kot farkı açısından istenilen seviyede değildir. Bu dezavantajlı durumu tolere edip maksimum elektrik üretimi sağlanması için belli teknikler kullanılarak çalışmalar uygulanmaktadır (Güven vd, 2013).

Aşağıdaki Tablo 3.18.'de Çorum'da enerji üretim alanları ve verilen lisanslar gösterilmiştir.

Tablo 3.18. Çorum'da enerji üretim alanları ve verilen lisanslar (EPDK, 2013)

Şirket Adı (Company Name)	Tesis Yeri	Tesis Türü	Kurulu Güç (MWm)	Kurulu Güç (MWe)	Lisans Tarihi	Lisans Süresi	Lisans No.
Anadolu Grup Enerji Üretim A.Ş.	Çorum ili, Çorum Organize Sanayi Bölgesi	Doğal Gaz / Termik-Kombine Çevrim	121,34	118,03	06.06.2012	49	EÜ/3860-6/2342
Ekin Enerji Elektrik Üretim Anonim Şirketi	Çorum İli, Pınar Reg. ve HES	HES	22,449	22	06.06.2013	49	EÜ/3860-9/2345
Büyük Menderes Enerji Biyokütle Maden Elektrik Üretim Mühendislik Ve İnşaat Anonim Şirketi	Çorum İli, Merkez İlçesi, Karacaköy Mevkii/ Karacaköy BES	Biyokütle	5,804	5,652	07.05.2012	49	EÜ/3905-2/2371
Rüzgar Elektrik Üretim Ltd. Şti.	Çorum/ Havza RES	RES	15	15	05.04.2011	49	EÜ/3201-23/1938
Hayat Kağıt ve Enerji Sanayi Ticaret A.Ş.	Çorum İli	Termik-Doğal Gaz	7,561	7,22	01.11.2009	49	EÜ/2771-2/1556
Adabağ Enerji Elektrik Üretim Sanayi ve Tic. A.Ş.	Çorum İli, Karlıbel I-II HES	HES	1,906	1,84	12.05.2009	49	EÜ/2094-1/1477
EÜAŞ	Çorum İli Dodurga	HES	212,4	210,8	22.04.2009	10	EÜ/2070-4/1463
Derya Elektrik Üretimi Ve Ticaret Anonim Şirket	Çorum İli, Pırınçlı Reg. Ve HES	HES	19,51	18,68	26.03.2009	49	EÜ/2031-7/1444
RSH Damızlık Hayvan ve Tarımsal Ürünler ve Enerji Tic. Ltd.Şti.	Çorum	RES	45	45	24.07.2008	49	EÜ/1690-5/1227
Kargı Kızılırmak Enerji A.Ş.	Çorum İli, Kargı (Kızılırmak) HES	HES	66,61	64,61	29.11.2007	49	EÜ/1391-8/1011
Boyabat Elektrik Üretim ve Ticaret Limited Şirketi	Samsun-Sinop-Çorum	HES	528	513	13.11.2007	49	EÜ/1374-3/992
Aksa Enerji Üretim A.Ş.	İncesu-Ortaköy-Çorum	HES	15,63	15	29.09.2005	40	EÜ/555-4/578

Çorum, güneşlenme ve güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etme konusunda yeterli bir konuma sahip değildir. En çok güneş alma ve enerji üretim potansiyeli Boğazkale’de olmasına rağmen yatırım yapılacak düzeyde değildir. Aşağıdaki tabloda güneşlenme süreleri ve potansiyelleri gösterilmektedir (Güven vd, 2013).

Aşağıdaki Tablo 3.19.’da Çorum il merkezi ve ilçeleri güneş kaynaklı elektrik üretimi potansiyel durumları verilmiştir.

Tablo 3.19. Çorum il merkezi ve ilçeleri güneş kaynaklı elektrik üretimi potansiyel durumları

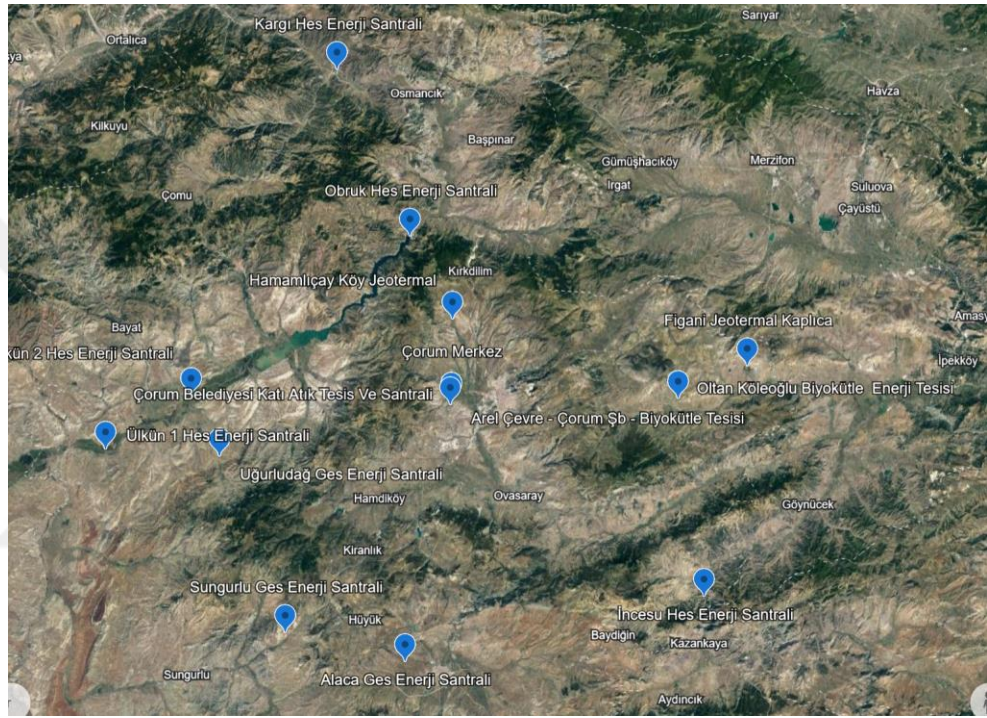
İlçe	Güneşl. Süresi (Saat/yıl)	Max. Güç (W/m ²)	Optimum Açı(°)	Toplam Enerji (KWs/m ²)	Max Elektrik Üretimi (KWs/m ²)
Merkez	2520	722	32	1551,3	279,2
Alaca	2601	734	32	1587,8	285,8
Bayat	2525	721	32	1529,4	275,3
Boğazkale	2620	741	32	1595,1	287,1
Dodurga	2451	712	32	1525,7	274,6
İskilip	2486	729	32	1565,9	281,9
Kargı	2416	706	32	1507,5	271,3
Laçın	2452	713	31	1511,1	271,9
Mecitözü	2497	719	32	1551,3	279,2
Oğuzlar	2460	719	31	1529,4	275,3

Çorumda jeotermal kaynaklar aşağıdaki tabloda gösterildiği gibi sınırlı sayıdadır. Çorum Samsun karayolunun 2. Km’de bir kuyudan 31 lt/s debiye sahip 21,3° sıcaklığa sahip su elde edilmiştir (Türk, 2011:9). Jeotermal enerji konut ve sera ısıtması, termal turizm gibi alanlarda kullanılmakta olup düşük (20-70°C), orta (70-150°C) ve yüksek (150°C den yüksek) olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır (Çorum Ticaret ve Sanayi Odası, 2013:107). Çorum, düşük sıcaklık grubunda olup elektrik üretiminden ziyade kaplıca olarak kullanılabilir durumdadır (Güven vd, 2013).

İl genelinde yaz mevsiminde çoğunlukla poyraz etkilidir; yıldız rüzgârı kışın, ilkbaharda ise güneybatıdan lodos rüzgârı eser (Çorum İl Kültür Müdürlüğü, 2013). Rüzgâr Enerji Santrali (RES) yatırımlarında sistemin ekonomik olabilmesi için rüzgâr hızının ortalama olarak 6,5-7 m/s hız sınırında olması gerekmekte olup, bu bilgi kapsamında Çorum il merkezinin doğusu, Mecitözü ilçesinin kuzeyi kesimi, Alaca ve Boğazkale ilçesinin güney tarafı, Sungurlu ilçesinin güneydoğusu, Uğurludağ ilçesinin orta kesimleri, Bayat ilçesinin kuzeydoğusu, İskilip ilçesinin kuzeybatısı, Kargı ilçesinin kuzeyi ve Osmancık ilçesinin kuzeydoğusunda rüzgâr hızı ortalama olarak 6,5-7 m/s hız sınırındadır. (Çorum Ticaret ve Sanayi Odası, 2012). Potansiyel yatırım yapılabilir yerler olarak yatırımcılara fırsatlar (Güven vd, 2013).

Çorum'da alternatif enerji olanaklarından bir diğeri olan biyogaz, enerji açısından önemli fırsattır. Büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı kümes hayvanlarının yoğun olarak bulunduğu şehirde hayvansal atıklar enerji üretiminde büyük rol oynamaktadır. Günlük olarak kilogram bazında büyükbaş hayvan canlı ağırlığının %5- 6'sı, koyun-keçi canlı ağırlığının %4-5'i ile tavuk canlı hayvan ağırlığının %3- 4'ü yaş gübre üretebilme potansiyeline sahiptir (Çorum Ticaret ve Sanayi Odası, 2013:109).

Aşağıdaki Resim 3.5'te Çorumda bulunan enerji santrallerinin harita üzerinde dağılımı verilmiştir.



Resim 3.5.Çorumda bulunan enerji santrallerinin harita üzerinde dağılımı

4. BÖLÜM

ENERJİ ÜRETİM SANTRALLERİ MALİYET ANALİZİ

Enerji santralleri için maliyet faktörleri analizi yapılırken, genellikle santralin ilk yatırım ve birim başına enerji üretim maliyeti önem arz etmektedir. Santralin birim başına enerji üretim maliyeti, santralin kullanıldığı süre boyunca yapılan harcamaları (ilk yatırım maliyeti, işletme bakım ve onarım maliyetleri) kapsayan, santralden birim başına enerji elde edilmesi için gerekli olan harcamaları ifade eden iktisadi bir değerlendirme ölçütüdür. Enerji santrallerinde elektrik üretimine etki eden unsurlar, santralin ilk yatırım maliyeti ve işletme bakım ve onarım maliyetidir (Koç, 2015).

4.1. İlk Yatırım Maliyeti

Santralin işletmeye başlamadan önce enerji üretimine hazır hale getirilmesi maksadıyla, arazi(kurulum yeri) makina-teçhizat, bina vb. ilk kurulum için olmazsa olmaz temel unsurlar için yapılan maliyetlerdir. Enerji santral harcamalarının en fazla olduğu kısım ilk yatırım harcamalarıdır (Koç, 2015).

4.2. İşletme Bakım ve Onarım Maliyeti

İşletme bakım ve onarım maliyetleri ise santral kurulumundan sonra santralden enerji üretmek amacıyla yapılması gereken maliyetlerdir. İşletme maliyetleri, sabit ve değişken işletme maliyeti olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sabit işletme maliyeti personelin maaş ve primleri, santral genel ve idari harcamaları, santral destek ekipmanları, planlanmış bakımlar gibi harcamalardır. Değişken işletme maliyetleri ise santralde kullanılan yakıt, su, kimyasallar, katalizörler, gazlar, yağlayıcılar, sarf malzeme ve kaynaklar ile atıkların neden olduğu harcamalardır (Koç, 2015).

Hidroelektrik santral, rüzgâr enerji santralleri (kara ve deniz üstü), güneş enerji santrali, jeotermal enerji santrali ve biyokütle enerji santrali için yatırım harcamaları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Tabloda, ilk yatırım maliyeti bir birim güç elde edilmesi için ödenmesi gereken harcama, sabit işletme maliyeti bir yılda santralden birim güç elde edilmesi için yapılması gereken harcama ve değişken işletme maliyeti bir birim enerji elde edilmesi için yapılması gereken harcama olarak değerlendirilmiştir (Koç, 2015). Aşağıdaki Tablo 4.1.'de enerji üretim santralleri yatırım harcamaları verilmiştir.

Tablo 4.1. Enerji üretim santralleri yatırım harcamaları

Santral Tipi	İlk Yatırım Maliyeti (\$/kW)	Sabit İşletme Maliyeti (\$/kW-Yıl)	Değişken İşletme Maliyeti (\$/MWh)
Biyokütle	2543	105,63	5,26
Jeotermal	4468	100	-
Hidroelektrik	1870	14,13	-
Güneş Enerjisi	883	24,69	-
Konsantre GES	4581	107,2	-
Kara Rüzgârı	1355	39,55	-
Kıyı Rüzgârı	3185	74	-

Tablo incelendiğinde, rüzgâr, jeotermal, güneş ve hidroelektrik yenilenebilir enerji santrallerinin değişken işletme maliyetlerinin olmadığı görülmektedir. Tablodan;

İlk yatırım maliyetleri yüksek olan santraller sırasıyla;

- 1) Konsantre GES (4581 \$/kW)
- 2) Jeotermal enerji santrali (4468 \$/kW)
- 3) Deniz üstü(Kıyı) rüzgâr enerji santrali (3185 \$/kW) 'dir.

İlk yatırım maliyetleri düşük olan santraller ise;

- 1) Güneş Enerji Santrali (883 \$/kW)
- 2) Karada kullanılan rüzgâr santrali (1355 \$/kW)
- 3) Hidroelektrik santral (1870 \$/kW) olduğu görülmektedir.

Sabit işletme maliyeti en yüksek olan santraller sırasıyla;

- 1) Konsantre GES (107,2 \$/kW-yıl)
- 2) Biyokütle enerji santrali (105,63 \$/kW-yıl)
- 3) Jeotermal enerji santrali (100 \$/kW-yıl)

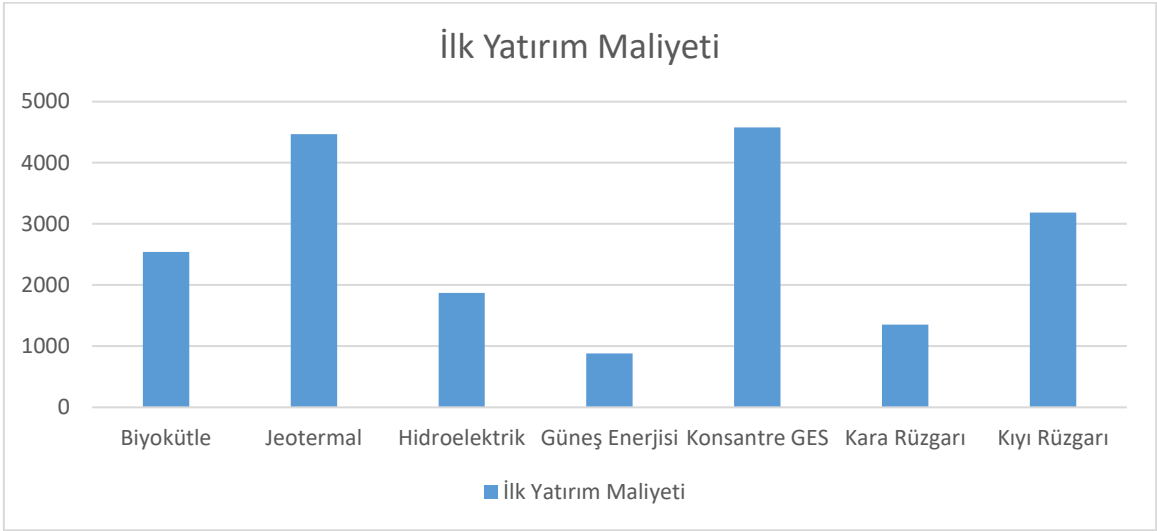
Sabit işletme gideri düşük olan santraller ise sırasıyla;

- 1) Hidroelektrik santral (14,13 \$/kW-yıl)
- 2) Güneş enerji santralidir (24,69 \$/kW-yıl).

3) Karada kullanılan rüzgâr santrali (39,55 \$/kW-yıl)

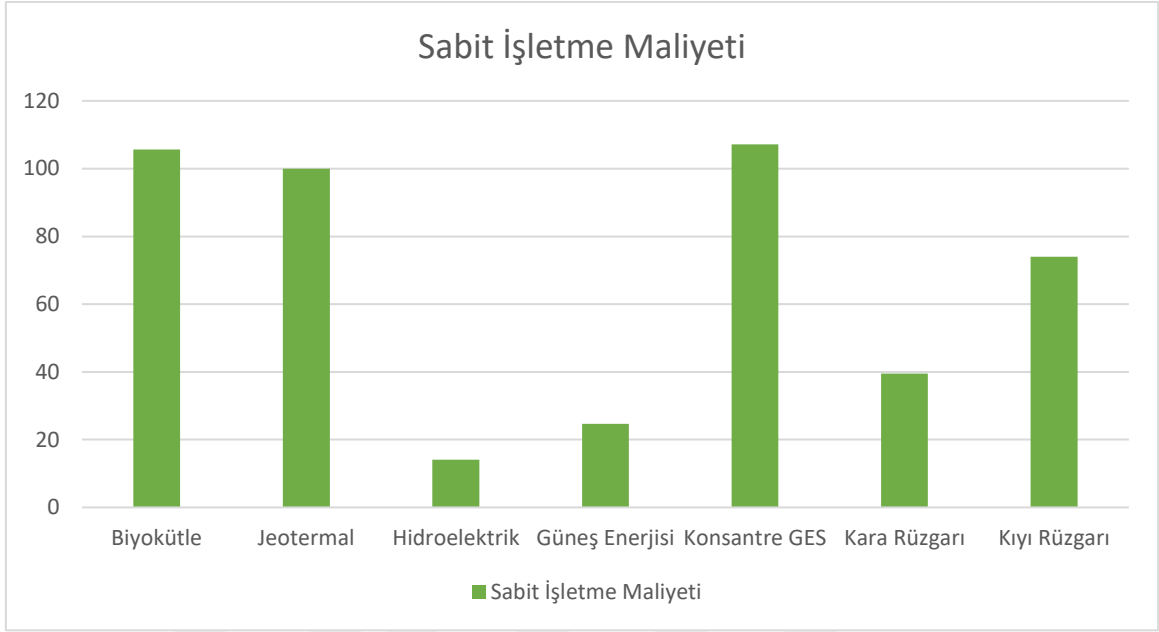
Değişken işletme maliyetlerine bakıldığında, biyokütle enerji santrali (5,26 \$/MWh) haricinde hiçbirinin değişken işletme maliyetine sahip olmadığı görülmektedir.

Hidroelektrik, rüzgâr (kara ve deniz), güneş ve jeotermal enerji santralin herhangi bir yakıt ve benzeri gideri olmadığı için değişken işletme maliyeti sıfırdır. Bu durum diğer enerji santralleri açısından avantajlı bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Belirlenen santrallerin santral tipine göre, ilk yatırım, sabit işletme ve değişken işletme maliyetleri aşağıdaki grafiklerde verilmiştir. İlk yatırım maliyetine ait grafik aşağıdaki Şekil 4.1.'de verilmiştir.



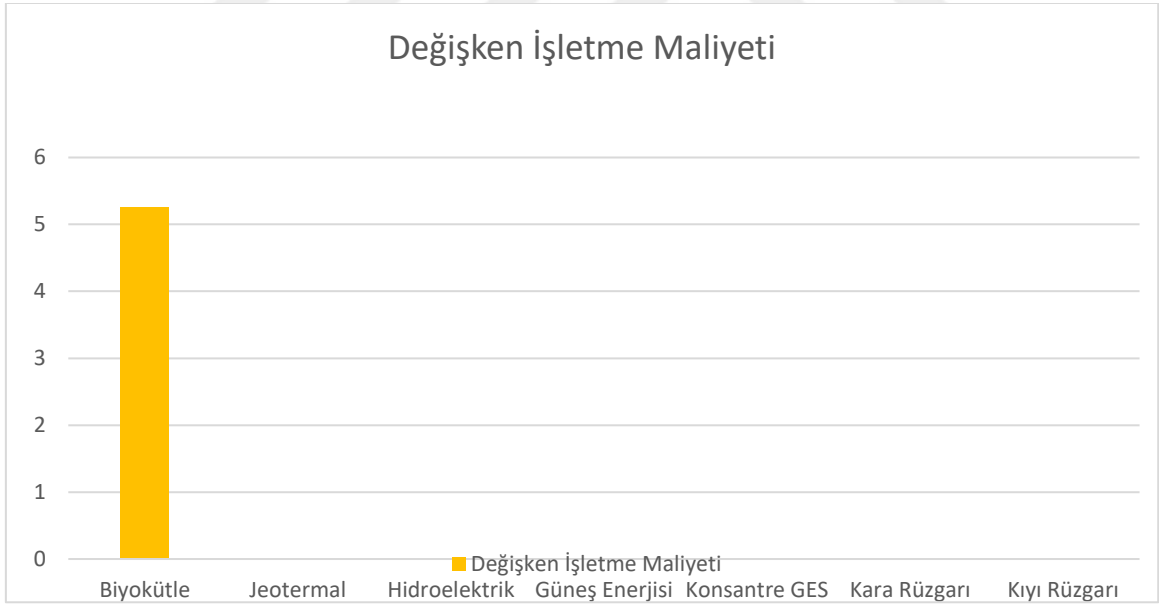
Şekil 4.1. İlk yatırım maliyeti

Sabit işletme maliyetine ait grafik aşağıdaki Şekil 4.2.'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Sabit işletme maliyeti

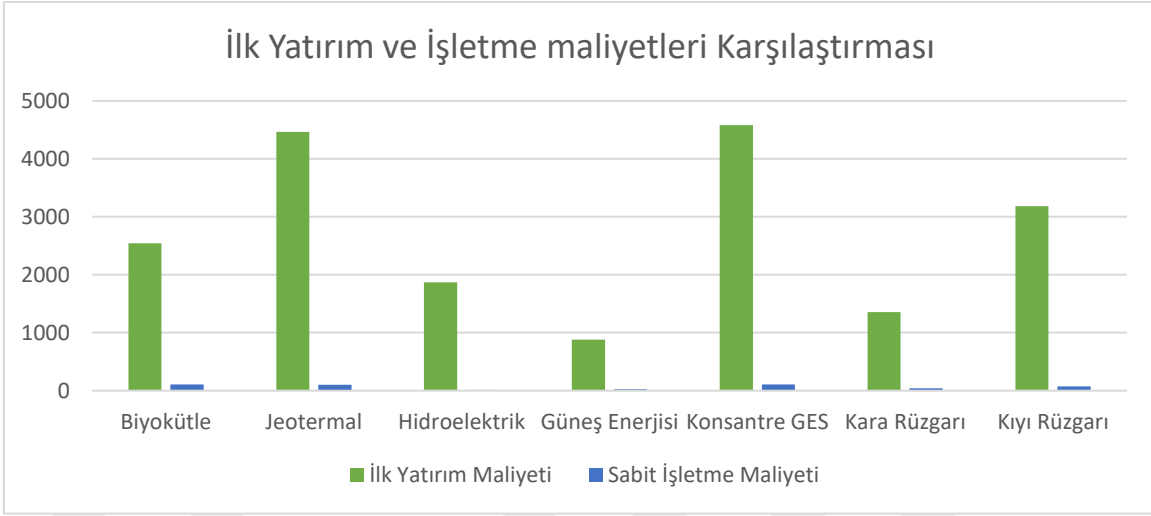
Değişken işletme maliyetine ait grafik aşağıdaki Şekil 4.3.'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Değişken işletme maliyeti

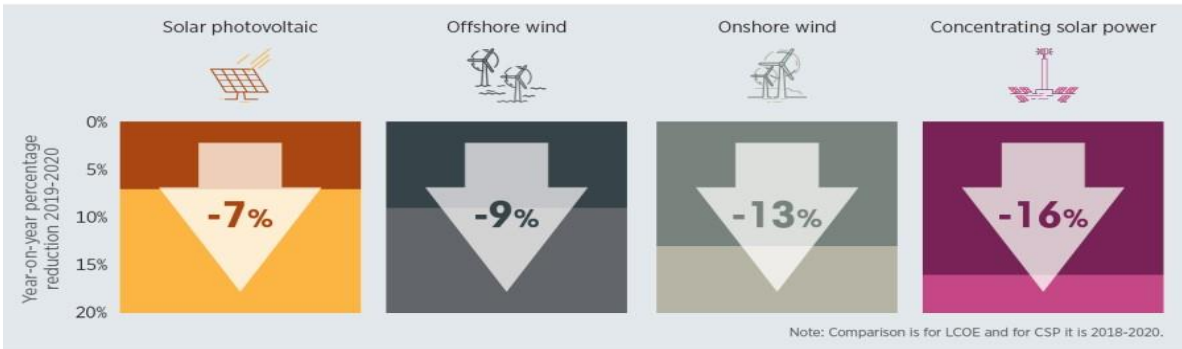
Bir başka grafikte ise belirlenen santrallere ait ilk yatırım ve işletme maliyetleri karşılaştırma amacıyla yeniden aşağıda verilmiştir.

İlk yatırım ve işletme maliyetlerine ait karşılaştırma grafiği aşağıdaki Şekil 4.4.'te verilmiştir.



Şekil 4.4. İlk yatırım ve işletme maliyetlerinin karşılaştırması

2021 yılında yayınlanan Dünya Enerji Konseyi Türkiye 2020 Yenilenebilir Enerji Üretim Maliyetleri Rapor Özeti'ne göz attığımızda 2020 yılına, COVID-19 sebebiyle meydana gelen iktisadi sıkıntılar ve can kayıpları etkili oldu. Bununla birlikte, yenilenebilir enerji sektöründe rekor sayılabilecek bir büyüme meydana geldi. Güneş ve rüzgâr enerjisinde maliyet düşüşleri meydana geldi. 2020'de, yeni kurulan kara rüzgârının küresel ağırlıklı ortalama seviyelendirilmiş elektrik maliyeti (LCOE), 2019'a kıyasla %13 azaldı. Aynı dönemde, açık deniz rüzgârının LCOE'si %9 ve güneş fotovoltaiklerinin (PV) LCOE'si %7 oranında düştü. Aşağıdaki görselde Yeni Devreye Alınan, Şebeke Ölçeğinde Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Teknolojilerinin Küresel Ağırlıklı Ortalama LCOE'lerinin Önceki Yıla Göre Düşüş Oranları verilmiştir (Dünya Enerji Konseyi 2021). Aşağıdaki Şekil 4.5'te Yeni Devreye Alınan, Şebeke Ölçeğinde Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Teknolojilerinin Küresel Ağırlıklı Ortalama LCOE'lerinin Önceki Yıla Göre Düşüş Oranları, 2019-2020 verilmiştir.



Şekil 4.5. Yeni Devreye Alınan, Şebeke Ölçeğinde Güneş ve Rüzgâr Enerjisi Teknolojilerinin Küresel Ağırlıklı Ortalama LCOE'lerinin Önceki Yıla Göre Düşüş Oranları, 2019-2020 (Dünya Enerji Konseyi 2021).

2010-2020 sürecine dair biyoenerji, jeotermal, hidroelektrik, güneş PV, CSP, kara ve açık deniz rüzgâr enerji türlerine göre toplam kurulum maliyeti, kapasite faktörü ve LCOE'ler toplu şekilde aşağıdaki Tablo 4.2.'de 2010 ve 2020 arası enerji türlerine göre toplam kurulum maliyeti, kapasite faktörü ve seviyelendirilmiş elektrik maliyeti, verilmiştir.

Tablo 4.2. Enerji türlerine göre toplam kurulum maliyeti, kapasite faktörü ve seviyelendirilmiş elektrik maliyeti, 2010 ve 2020 arası

	Toplam Kurulum Maliyeti			Kapasite Faktörü			Seviyelendirilmiş Elektrik Maliyeti		
	2020 USD/kW			(%)			2020 USD/kWh		
	2010	2020	% Fark	2010	2020	% Fark	2010	2020	% Fark
Biyokütle	2619	2543	-3%	72	70	-2%	0.076	0.076	0%
Jeotermal	2620	4468	71%	87	83	-5%	0.049	0.071	45%
Hidroelektrik	1269	1870	47%	44	46	4%	0.038	0.044	18%
Güneş Enerjisi	4731	883	-81%	14	16	17%	0.381	0.057	-85%
Konsantre GES	9095	4581	-50%	30	42	40%	0.340	0.108	-68%
Kara Rüzgârı	1971	1355	-31%	27	36	31%	0.089	0.039	-56%
Kıyı Rüzgârı	4706	3185	-32%	38	40	6%	0.162	0.084	-48%

SONUÇ

Temiz enerji kaynaklarının verimli kullanımı, ekonomik yönleri gözetilerek dikkate alınmalı, gerekli girişim ve teşvikler sağlanarak temiz enerji kaynaklarının kullanımı artırılmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli kullanımı enerji güvenliği, gelecek nesillerin devamı, doğanın korunması, ekosistemlerin devamlılığı, biyoçeşitliliğin sürdürülebilmesi, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması ve küresel ısınma ve olası iklim değişiklikleri gibi tehditlerle baş edebilme açısından oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kullanımının artırılması ile dışa bağımlılığı ekonomik yönden azaltılabilecektir.

Çorum merkez ilçe ve diğer ilçelere güneş enerji potansiyeli kapsamında bakıldığı zaman en büyük potansiyeli taşıyan Boğazkale ilçesi olduğu görülmektedir. Boğazkale ilçesinden elde edilebilecek maksimum elektrik miktarının $287,1 \text{ KWs} / \text{m}^2$ olduğu görülmektedir. Boğazkale ilçesini Alaca ($285,8 \text{ KWs} / \text{m}^2$), İskilip ($281,9 \text{ KWs} / \text{m}^2$), Çorum Merkez ve Mecitözü ($279,2 \text{ KWs} / \text{m}^2$) izlemektedir. Ağırlıklı olarak Tokat'ın ilçelerinde elde edilebilecek enerji miktarı daha yüksek görülmektedir.

Rüzgâr enerjisi kapsamında analizlere bakıldığı zaman rüzgâr hızı ve kapasite faktör dağılımı haritaları Çorum ilinin rüzgâr enerji santralleri kurulumu için uygun olduğunu göstermektedir. Fakat Çorum belirli kesimlerinde (**Çorum il merkezinin doğusu, Alaca ilçesinin güneydoğu kesimi, Bayat'ın kuzeydoğusu, Boğazkale'nin güney kesimi, İskilip'in kuzeybatı kesimi, Kargı'nın kuzey kesimi, Sungurlu'nun güneydoğu kesimi, Mecitözü'nün kuzey kesimi, Osmancık'ın kuzey doğu kesimleri ve Uğurludağ ilçesinin orta kesimleri**) önemli rüzgâr potansiyeline sahip olmasına rağmen bu potansiyel değerlendirilmemiştir.

Hidroelektrik kaynaklı enerji analizlerine bakıldığında Çorumun en fazla Güneş ve Hidroelektrik kaynaklı enerji üretimine sahip olduğu görülmektedir. Yıl içerisinde debisi yüksek olan Kızıl Irmağın rolü azınsanmayacak kadar fazladır.

Çorum ilinin jeotermal kaynaklı elektrik üretim potansiyeli yeterli değildir. Var olan jeotermal alanların sıcaklık değerleri 20° ile 70° arasında ve enerji üretimi için düşüktür.

Çorum ilinin hayvansal atık potansiyelinden elde edeceği toplam yıllık enerji miktarı 164.086 MW dir. Hali hazırda 3 enerji santrali toplamda $14,76 \text{ MW}$ kapasite ile üretim yapmaktadır. Büyükbaş ve küçükbaş hayvan sayısı bakımından Osmancık, Sungurlu ve Mecitözü 1 MW/saat üretecek durumdadır. (Çorum Ticaret ve Sanayi Odası, 2013:111).

Genel olarak değerlendirildiğinde Çorum ili, Merkez ve 13 ilçe özelinde bir perspektif ve analiz yapılmıştır. Çorum enerji üretimi bakımından gerek coğrafi gerekse iklim koşulları göz önüne alındığında son derece önemli bir konumda olduğu görülmektedir. Yatırım sisteminin önceliklerinden biri de enerji olduğu göz önüne alındığında yapılacak yatırımlar Çorum ilinin yeterli kaynakları olduğunu göstermektedir. Yapılan analizler her bir enerji kaynağı için ayrı ayrı incelenmiş ve buna bağlı olarak bir maliyet analizi de yapılmıştır.

Bu tez kapsamında yapılan analizler Çorum ili özelinde yapılmış olup diğer iller için de bir örnek teşkil edecektir.



KAYNAKÇA

Acet N. (2023). Farklı iklim koşulları için ışınım değerlerine dayalı güneş enerjisi potansiyelinin tahmini, Batman Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.

Alafı B. (2021). *Hurst Üslü Ve İstatistiksel Parametreleri Kullanarak Rüzgâr Enerjisi Sistemleri İçin Derin Öğrenme* (Tez No. 688423) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Alper E.C. (2020). Türkiye'nin jeotermal enerji potansiyeli ve ekonomik analizi (Tez No. 621535) [Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Ankara Kalkınma Ajansı, "Ankara İli Jeotermal Kaynaklı Elektrik Üretim Santrali", Ön Fizibilite Raporu, Ankara, (2021).

Arıkan O. (2009). *Elektrik Güç Sistemlerindeki Anahtarlama Olaylarının Dinamik Analizi Ve Harmonik Bileşenlerin Bu Olaylar Üzerindeki Etkileri* (Tez No. 243596) [Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Arslan S. (2017). *Tüp Biçimli Doğrusal Jeneratör Tasarımı Ve Uygulaması* (Tez No. 460873) [Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Avcioğlu A. (2017). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Teknolojileri Dersi 7*. <https://docplayer.biz.tr/61720925-Yenilenebilir-enerji-kaynaklari-ve-teknolojileri-dersi-7.html>

Aygül M. A (2018). *Çok Seviyeli Eviriciler Ve Kesintisiz Güç Kaynakları* (Tez No. 522082) [Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Bayramoğlu, T. (2018). "Enerji ve İnovasyon." İnovasyon Ekon. ve Sos. Eğilimler: 27-60.

Beşli N.(2018) "Enerji Arzu Güvenliğinde Yenilenebilir Enerji Yaklaşımları." Şırnak Enerji ve Maden Potansiyeli: 133.

Bilgiç E. (2016). *Nükleer enerji santrali kazalarında ortaya çıkan radyasyonun atmosferik yayılımı* (Tez No. 438857) [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Bollen M. H. J. (2000). *Understanding Power Quality Problems*, IEEE Press.

Ceylan H. (2012). "Türkiye'deki elektrik iletim tesislerinde meydana gelen iş kazalarının analizi." Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges) 2(1): 98-109.

Çalışkan M. (2009). *Çok Bileşenli Fabrika Otomasyon Sistemlerinin Benzetimi* (Tez No. 238920) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Çaycı, H. (2014). "Elektrik Sayaçlarının Güvenilirliği ve İzlenebilirliği." 2. Uluslararası İstanbul Akıllı Şebekeler Kongre ve Fuarı.Sayfa 23-28

Çetin G. (2022). *Afşin-Elbistan B Termik Santrali'nin Yakma Ve Buhar Ünite Sistemlerinin Bazı Bölümlerinde Risk Değerlendirmesi* (Tez No. 709836) [Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Çetin R. (2023). *Enerji Sistemlerinde Meydana Gelen Geçici Olayların Otomasyon Sistemleri Üzerindeki Etkileri* (Tez No.782018) [Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi]. Yök Ulusal Tez Merkezi.

Çifci A., Altundağ E., Bulut Ö. ve Uysal H.H. (2017). *Burdur İli Elektrik Dağıtım Şebekesinde Meydana Gelen Arızalara Genel Bir Bakış ve Çözüm Önerileri*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Özel Sayı 1: 44-55. <http://dergipark.ulakbim.gov.tr/makufebed>

Cigre W. G. (2014). *Guide for Thermal Rating Calculations of Overhead Lines* Brochure Ref. 601.

Çilliyüz Y.(2014). *Güç Transformatörlerinin Yaşlanma Davranışının İncelenmesi ve Çeşitli Koşullar Altında Yüklenebilirlik Analizi* (Tez No. 379729) [Doktora Tezi, Kocaeli Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Çıtanak N. (2014). *Güneş Enerji Kaynağından Elektrik Enerjisi Üretimi* (Tez No. 355729) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Çolak İ., Koşalay İ. ve Sefa İ. (2005). *Analysis Of Disturbance Sources Causing Electromagnetic Compatibility Problems In Electric Power Systems*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 18(3): 397-407. Ankara.

Coşkun A., Geredelioğlu Ç., Bolattürk A. ve Gökaslan M. Y. (2013). *Çayırhan Termik Santralinin Enerji Ve Ekserji Analizi. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.*

Das J.C. (1990). *Effects of Momentary Voltage Dips on the Operation of Induction and Synchronous Motors*, IEEE Trans.

Demir B. T. (2015). *Jeneratör Seçimi ve Senkronizasyon*. 4. Elektrik Tesisat Ulusal Kongresi ve Sergisi, 21-24 Ekim 2015, İzmir.

Demir İ. (2012). *154 kV'luk Van Trafo Merkezinde Kısa Devre Akımlarının Analizi ve Simülasyonu* (Tez No. 387628) [Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Demir S. (2013). *Elektrik Enerjisi İletimi ve Dağıtımı*. 2. Hafta [Eskişehir: Anadolu Üniversitesi, Açıköğretim Fakültesi]. ErişimTarihi:13.10.2022. <https://acikders.ankara.edu.tr/>

Dinçer, İ., Ezan M.A. (2020). *TÜBA Jeotermal Enerji Teknolojileri Raporu Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları TÜBA Raporları No: 41, Ankara.*

Dinçer, S. (1987). "Nükleer fisyon." *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 2(1), 7-16.

Doç. Dr. İlhan Eroğlu, *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi* (Mart 2017) Cilt:7-No/Sayı:13, 25-26

Dugan R. C. (2002) *Electrical Power Systems Quality*. McGraw – Hill.

Duman Ç. (2010). "Türkiye'de seçilmiş kıyı bölgelerinde dalga enerjisi potansiyelinin değerlendirilmesi ve karşılaştırılması (Tez No. 339910 [Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi."

Edwards M. L. (2001). *Distributed-Element Circuit Analysis Techniques*, Microwave and RF Circuits 2nd ed., Johns Hopkins University, Baltimore, 1-18.

Elibüyük, U. ve Üçgül İ.(2014). "Rüzgâr türbinleri, çeşitleri ve rüzgâr enerjisi depolama yöntemleri." Yekarum 2(3).

Ekinci Z. (2011). *Termik Enerji Santrali İşletmeleri İçin Mali Fizibilite Çalışmaları, Yatırım Finansmanı Ve Örnek Bir Uygulama* (Tez No. 279459) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Emre T. (2014). *Türkiye'deki Rüzgâr Enerjisi Santrallerinin (RES) görelî etkinliklerinin Veri Zarflama Analizi (VZA) ile ölçümü* (Tez No. 380095) [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Engin B. (2008). *Elektrik Dağıtım Sistemlerinde Kompanzasyon Ve Enerji Kalitesi Sorunları* (Tez No. 223101) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

EPDK (2004) *Elektrik iletim Sistemi Arz Güvenilirliği ve Kalitesi Yönetmeliği*, Ankara.

Erdem, K. ve Kadir K. (2015). "Enerji Kaynakları–Yenilenebilir Enerji Durumu." Mühendis ve Makina 56(668): 36-47.

Erdoğan, S. (2020). "Enerji, çevre ve sera gazları." Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi 10(1): 277-303.

Gümüşel S. (2007). "Hidroelektril santral kurulumu için fizibilite çalışması (Tez No. 212199) [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi."

Güven B. ve Kaygın E. (2013). Çorum İli swot analizi Veritaşakademi Dergisi

Gönen T. (1986). *Electric Power Distribution System Engineering*. Text Book, McGraw-Hill.

Greenwood A. (1991). *Electrical Transients in Power Systems*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Gürsu B. ve İnce M.C. (2007). *Genetik algoritmalar ile yüksek gerilim istasyonlarında optimum topraklama ağı tasarımı*. Fırat Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 19 (4) 511- 524.

Harmanda B.G. (2020). *Türkiye Ve Nükleer Enerji: Güvenlik Odaklı Strateji Tercihi* (Tez No. 615799) [Yüksek Lisans Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Hekim M. (2021). *Jeotermal Santrallerde Atık Isıdan Termoelektrik Etki İle Enerji Geri Kazanımının İncelenmesi* (Tez No. 710061) [Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

IEEE Standart 1346 (1998). *IEEE recommended practice for evaluating electric power system yuycompatibility with electronic process equipment.*

IEEE Standart 4446 (1995). *IEEE Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications.*

İriz T. ve Aydın A. F. (2022). *Alçak Gerilim Tesislerinde Kısa Devre Hesapları*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi. www.emo.org.tr

Karaer, E. (2005). Enerji iletim hattı parametrelerinin kestiriminin incelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karamanav, M. (2007). Güneş enerjisi ve güneş pilleri, Sakarya Üniversitesi (Turkey).

Kaya, İ. S. (2012). "Nükleer enerji dünyasında çevre ve insan." *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* **12**(1): 71-90.

Kaygusuz A. (2003). *Uniform Olmayan İletim Hatlarında Yıldırım Aşırı Gerilimlerinin S-Domeni Kullanılarak Analizi* (Tez No. 134815) [Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Kiessling F., Nefzger P., Nolasco JF. ve Kaintzyk U. (2003). *Overhead Power Lines: Planning, Design, Construction*. Berlin, Germany.

Koç A., Yağlı H., Koç Y. ve Uğurlu İ. (2018). Dünyada ve Türkiye’de Enerji Görünümünün Genel Değerlendirilmesi, Mühendis ve Makina cilt 59, sayı 692, s. 86-114. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/798533>

Koç E (2015). "Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi Hakkında Makale Ondokuz Mayıs Üniversitesi."

Koçak A. (2021). *Dağıtım Hatlarında Yüksek Empedans Arızasının Simülasyonlu Analizi* (Tez No. 675847) [Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Kuşkaya, S. ve P. Gençoğlu (2017) "Yenilenebilir Enerji Tüketimi: Seçilmiş Avrupa Ülkelerinin Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi İle Karşılaştırılması ." *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl:5, Sayı:44, s.552-566

Küçük F. ve Gül Ö. (2004). *Gerilim Çökmelerinin Enerji Kalitesine Etkisinin Bulanık Mantık Yardımıyla İncelenmesi*. İstanbul Teknik Üniversitesi. Erişim Tarihi:11.05.2022. <https://www.emo.org.tr/ekler>

Küçük S. (2005). *Elektrik Tesislerinde Arızalar*. TÜPRAŞ Türkiye Petrol Rafineleri A.Ş., İzmit.

Küçük S. (2005). *Elektrik Tesislerinde Arızalar*. TÜPRAŞ Türkiye Petrol Rafineleri A.Ş., İzmit.

Kutucu K. (2009). *Sonlu Elemanlar Yöntemi ile Üç Boyutlu Elektrik Alan Analizi* (Tez No. 250998) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Latran M. B. (2012). *Uzun dağıtım hatlarının gerilim kalitesi sorunlarının statik var kompanzatör ile giderilmesi* (Tez No. 321396) [Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Lil Y. (2018). *Improving the Performance of Power Transmission via Ultra High Voltage Direct Current (UHVDC)*, MATEC Web of Conferences 173.

Mürtezaoğlu K. (1998). *Yüksek gerilim istasyonlarında topraklama sistemi* (Tez No. 75149) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Orhan, K. (2014) "Yenilenebilir Enerji Üretiminde Gelgit Akıntılarının Kullanımı İçin Stratejiler." 8. Kıyı Mühendisliği Sempozyumu. İstanbul

Ölmez U. (2018). *Dizel Jeneratörlerin Koherens Fonksiyonu İle Ses Ve Titreşim Analizi* (Tez No. 535504) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Örer G., Gürsel K., Özdamar A. ve Özbalta N. (2003). "Dalga Enerjisi Tesislerine Genel Bakış." Dalga Enerjisi Tesislerine Genel Bakış", II. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildiriler Kitabı, s.126-140, İzmir, 2003

Öymen, G. (2020). "Yenilenebilir enerjinin sürdürülebilirlik üzerindeki rolü." *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* 19(39): 1069-1087.

Özcan A. T. (2005). *Dağıtım şebekelerinde yıldırım aşırı gerilimlere karşı koruma* (Tez No. 196863) [Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Özkan A. (2005). *Endüstriyel Otomasyon Sistemlerinin Mekatronik Kontrol Yöntemleri Ve Mekatronik Sistem Uygulaması* (Tez No. 198212) [Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Özüpak Y. (2020). *Transformatörlerin elektromanyetik alan ve ısı analizlerinin sonlu elemanlar kullanılarak gerçekleştirilmesi* (Tez No. 650268) [Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Papadoupoulos D.P., Hamed M. ve Bendekas D.V. (1992). *A practical concept for evaluating the insulation level in overhead lines*. Journal of the Franklin Institute, Vol. 329, No. 2, pp. 273-281.

Rakov V. A. ve Uman M. A. (2003). *Lightning: Physics and effects*, Florida, 12.

Ray S. (2004). *An Introduction to High Voltage Engineering*, Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi.

Sakal M. (2015). "Nükleer füzyon enerjisi üreten reaksiyonlarda kullanılan çekirdeklerin yapılarının incelenmesi (Tez No.380362) [Yüksek Lisans Tezi, Osmaniye Korkutata Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi."

Sarı Y. (2016). *Elektronik ve Otomasyon Laboratuvarında Pratik Eğitim Amacıyla PLC Kontrollü Bir Sistem Uygulaması*. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi 28 (1), 65-71. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/303259>.

Sav M. N., Fidan S. ve Ürgün S. (2021). *Kontaktörlerde Anahtarlama Sayısının Elektrik Ark Erozyonuna ve Kontaktör Yüzey Hasarlarına Etkileri*, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi Sayı 27, S. 723-734.

Serpen,U.(2015)"Jeotermal Enerjinin Türkiye Ve Dünyada Kullanımı. Jeotermal Enerji Semineri http://www1.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/29295d860c049a9_ek.pdf

Şahin Ş. (2018) III. ULUSLARARASI STRATEJİK ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 03-05 Mayıs 2018, ÇORUM, Çorum Ve İlçelerinin Jeotermal Potansiyeli

Şenol Ü. (2017). Rüzgâr Enerjisi Ve Rüzgâr Enerjisi Potansiyelinin Yapay Sinir Ağları Yöntemiyle Tahmini. (Tez No. 496130) [Yüksek Lisans Tezi, Bozok Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Swingler J. ve McBride J. W. (2008). *Micro-arcing and arc erosion minimization using a DC hybrid switching device*. IEEE Transactions on Components and Packaging Technologies, 31(2 SPEC. ISS.), 425–430. <https://doi.org/10.1109/TCAPT.2008.921640>

Taze, G. (2010). Düz güneş kolektörü verimini etkileyen bazı parametrelerin deneysel incelenmesi, Kırıkkale Üniversitesi.

T.C. Resmî Gazete, 30 Mayıs 2018, Sayı:30436.

Topal, M. ve E. I. Arslan (2008). "Biyokütle enerjisi ve Türkiye." VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu 17: 19.

Unde MG. ve Kushare BE. (2013). *Analysis of electromagnetic fields of 1200 kV UHV-AC Transmission Lines*. 5th International Conference and Computational Intelligence and Communication Networks, Mathura, India, 27-29.

Ural İ. (2021). *Elektrik Tesislerinde Topraklama Sistemleri Ve Bir Yerleşim Bölgesinde Uygulaması* (Tez No. 684600) [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Uzun S. (2015). *Gemi İnşa Sürecinde Ana Makine Ve Jeneratör Seçimi* (Tez No. 385863) [Yüksek Lisans Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Üçgül, İ. ve G. Akgül (2010). "Biyokütle teknolojisi." Yekarum 1(1).

Ürün, E. ve E. Soyu (2016). "Türkiye'nin Enerji Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerine Bir Değerlendirme." Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi: 31-45.

Vural H. (2020)."Hidroelektrik Santrallerin (HES) Çevreye, Ekonomiye Ve Topluma Etkisi: Deriner Hidroelektrik Santrali Örneği (Tez No. 655414) [Yüksek Lisans Tezi, ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ]. YÖK Ulusal Tez Merkezi."

Yapıcı M. (2011). *Otomasyon Panolarının Teknik Özellikleri Dokümanı Hakkında Bir Çalışma*, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Otomasyon Komisyonu, Erişim Tarihi:11.05.2022. <https://www.emo.org.tr/ekler>

Yarar N. (2019). *Bir Güneş Santralinin Elektrik Şebekesine Entegrasyonunda Güç Kalitesine Etkilerinin İncelenmesi* (Tez No. 543753) [Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

Yılmaz A.S., Yanıkoğlu E. ve Demir Z. (2002). *Dağıtım Şebekelerinde Asenkron Motorlara Yol Verilmesi Sonucu Oluşan Kısa Süreli Gerilim Düşümleri*, SAU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6.Cilt, 2.Sayı.

Zhang L. ve Bollen, M.H.J. (2000). *Characteristics of Voltage Dips (Sags) in Power Systems*, IEEE Trans.

Zhou X., Cui X., Peng X. ve Zhai G. (2015). Evaporation Erosion of Contacts under Static Arc by Gas Dynamics and Molten Pool Simulation. IEEE Transactions on Plasma Science, 43(12), 4149–4160. <https://doi.org/10.1109/TPS.2015.2497720>

Zuhur E. (2021). *Akıllı Elektrik Şebekeleri İçin İletim Hatlarının Dinamik Olarak İzlenmesi: Prototip Ölçüm Cihazı Tasarımı* (Tez No. 683972) [Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

İnternet Kaynakları

URL-1: *Türkiye kurulu gücü*, Erişim tarihi:17 Mart 2023. <https://www.teias.gov.tr/>

URL-2:*Türkiye'nin vizyonu*, Erişim Tarihi: 29 Ocak 2023. <https://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa#:~:text=T%C3%BCrkiye'nin%2C%20hidroenerji%2C%20jeotermal,%C5%9Fansl%C4%B1%20b%C3%B6lgelerinden%20birinde%20yer%20almaktad%C4%B1r>

URL-3:Çorum Elektrik Santralleri, Erişim Tarihi 11 Şubat 2023 <https://www.enerjiatlas.com/sehir/corum/>

URL-4:Obruk HES, ErişimTarihi:11 Ekim 2022. <https://www.limak.com.tr/sektorler/insaat/projeler/tamamlanan-tum-projeler/barajlar/obruk-baraji-ve-hes>

URL-5: Çorum rüzgâr enerjisi potansiyeli Erişim Tarihi:23 Mayıs 2023. <https://repa.enerji.gov.tr/REPA/iller/CORUM-REPA.pdf>

URL-6: Obruk Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) Erişim Tarihi: 23 Mayıs 2023 www.enerjiatlas.com/hidroelektrik/obruk-baraji.html

URL-7: *Uğurludağ GES*, Erişim Tarihi:24 Mayıs 2022. <http://ugurludag.bel.tr/ges-gecici-kabulu-yapildi/>

URL-8: TR 83 BÖLGESİ YENİLENEBİLİR ENERJİ RAPORU, Erişim Tarihi:24 Mayıs 2022. <https://oka.ka.gov.tr/assets/upload/dosyalar/tr83-bolgesi-yenilenebilir-enerji-raporu.pdf>

URL-9: İncesu HES, Erişim Tarihi:11 Mayıs 2022. https://www.mauersberger-haarhausen.de/reisebericht_schwarzmeerregion_corum-tokat.html#incesu-santrali

URL-10: Hidroelektrik enerji nedir?, Erişim tarihi: 17.05.2022. <https://www.enerjiportali.com/hidroelektrik-enerjisi-hes-nedir-nasil-elektrik-uretir/>

URL-11: Termik santral yapısı, Erişim tarihi: 12.04.2022. <https://www.muhandisbeyinler.net/termik-santraller-nedir/>

URL-12: Zincirleme nükleer reaksiyon, Erişim tarihi:20.02.2023. <http://www.nuclear-power.net/nuclear-power/fission/>

URL-13: Ülkeler bazında nükleer enerjiden elektrik üretimi, Erişim tarihi:10.Mayıs 2021.
<https://www.statista.com>

URL-14 Fosil yakıtlar, Erişim tarihi:22 Mayıs 2022. https://tr.wikipedia.org/wiki/Fosil_yak%C4%B1t

URL-15 Binary Jeotermal Enerji Santralı Elektrik ve Otomasyon Sistemi Proje Yönetimi, Erişim tarihi: 21 Nisan 2022.

https://www.emo.org.tr/ekler/23d9c7a7e47f32a_ek.pdf?dergi=1052#:~:text=Binary%20Santral%2C%20Sat%C4%B1c%C4%B1%20Firman%C4%B1n%20geli%C5%9F,%2C%20i%C5%9Fletme%20sorular%C4%B1%20aza%2D%20lacakt%C4%B1r.

URL-16 Elektrik-Elektronik Teknolojisi, Güç Transformatörleri Erişim tarihi: 10 Haziran 2022
http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/G%C3%BC%C3%A7%20Transformat%C3%B6rleri.pdf

URL-16 (Dünya Enerji Konseyi,2021). " Türkiye 2020 Yenilenebilir Enerji Üretim Maliyetleri Raporu Özeti,Erişim tarihi:07.03.2023 <https://www.dunyaenerji.org.tr/wp-content/uploads/2021/07/2020-Yenilenebilir-Enerji-Uretim-Maliyetleri-Raporu-Ozeti.pdf>."

URL-17 Ülkün Regülatörü ve HES 1-2, Erişim tarihi:23 Mayıs 2023
<https://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/ulkun-hes.html>

URL-18 Kargı Kızılırmak Barajı ve HES, Erişim tarihi:23 Mayıs 2023
<https://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/kargi-kizilirmak-baraji.html>

URL-19 Pirinçli Regülatörü ve HES, Erişim tarihi:23 Mayıs 2023
<https://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/pirincli-hes.html>

URL-20 Akarsular, Erişim tarihi:23 Mayıs 2023 <https://amasya.ktb.gov.tr/TR-59468/akarsular.html>

URL-21 İncesu HES, Erişim tarihi:23 Mayıs 2023 <https://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/incesu-hes.html>

URL-22 Sungurlu GES, Erişim tarihi:24 Mayıs 2022 <https://www.ankarasolar.com.tr/corum-1000-kwp-ges-projesi-tamamlandi/>

URL-23 Çorum Akarsuları, Erişim tarihi 23 Mayıs 2023
<https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/corum-ilcdr-2021-20220602094419.pdf>

URL-24 Rüzgâr Enerji Santralleri, Erişim tarihi 22 Mayıs 2022 <https://www.enerjiatlası.com/ruzgar/>

URL-25 Rüzgâr Türbini, Erişim tarihi 22 Mayıs 2022 <https://www.enerjiatlası.com/ruzgar-turbini/>

