



**KARABÜK İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ
KAYNAKLARI VARLIĞINA YÖNELİK BİR
ENVANTER ÇALIŞMASI**

**2021
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAMU YÖNETİMİ**

Mehmet ŞENDEMİR

**Danışman
Doç. Dr. Kemal YAMAN**

**KARABÜK İLİNİN YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI VARLIĞINA
YÖNELİK BİR ENVANTER ÇALIŞMASI**

Mehmet ŞENDEMİR

Doç. Dr. Kemal YAMAN

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

**KARABÜK
Nisan 2021**

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	1
TEZ ONAY SAYFASI	5
DOĞRULUK BEYANI	6
ÖNSÖZ	7
ÖZ	8
ABSTRACT	9
ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ	10
ARCHIVE RECORD INFORMATION	11
KISALTMALAR	12
ARAŞTIRMANIN AMACI	15
ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ	15
ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ	15
GİRİŞ	16
LİTERATÜR TARAMASI	17
1. BİRİNCİ BÖLÜM	19
TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ	19
1.1 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları	19
1.1.1 Petrol	19
1.1.1.1 Petrol Boru Hatları	20
1.1.1.1.1 Bakü Tiflis Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı	20
1.1.1.1.2 Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı	21
1.1.2 Doğalgaz	21
1.1.2.1 Doğalgaz İletim Hattı Projeleri	22
1.1.2.2 İşletmedeki Hatlar	23
1.1.2.2.1 Rusya-Türkiye Doğalgaz Boru Hattı	23
1.1.2.2.2 Doğu Anadolu Doğalgaz Ana İletim Hattı	23
1.1.2.2.3 Türkiye- Yunanistan Doğalgaz Enterkoneksiyonu (ITG)	23
1.1.2.2.4 Türk Akımı Doğal Gaz Boru Hattı	23

1.1.2.2.5	Bakü Tiflis Erzurum Doğalgaz Boru Hattı (BTE)	24
1.1.2.2.6	TANAP ve TAP Projeleri.....	24
1.1.3	Taşkömürü	25
1.1.4	Linyit.....	26
1.1.5	Fosil Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri	27
1.2	Nükleer Enerji	28
1.3	Yenilenebilir Enerji	29
1.3.1	Yenilenebilir Enerjinin Kapsamı	30
1.3.2	Yenilenebilir Enerjinin Gerekliliği	30
1.3.3	Yenilenebilir Enerji Türleri.....	31
1.3.3.1	Güneş Enerjisi	31
1.3.3.2	Jeotermal Enerji	34
1.3.3.3	Hidrolik Enerji	37
1.3.3.4	Hidrojen Enerjisi	42
1.3.3.5	Rüzgâr Enerjisi.....	42
1.3.3.6	Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji	47
1.3.3.6.1	Dalga Enerjisi.....	47
1.3.3.6.2	Gelgit Enerjisi	48
1.3.3.6.3	Termal Enerji Dönüşümü Sistemi (OTEC).....	48
1.3.3.6.4	Akıntı Enerjisi	49
1.3.3.6.5	Osmotik Enerji	49
1.3.3.7	Biyokütle Enerjisi	49
1.4	Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikası	52
1.4.1	Enerji ile İlgili Kurumsal Yapılar	52
1.4.2	Enerjide Yasal Yapı	52
1.4.3	Yenilenebilir Enerji Tesislerine Uygulanan Teşvikler.....	53
1.4.4	Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Stratejik Hedefler.....	54
1.4.4.1	Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (YEPP 2011-2023).....	54
1.4.4.2	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2015-2019 Stratejik Planı .	54
1.4.4.3	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2019-2023 Strateji Planı	55
1.5	Enerji Verimliliği	55
1.5.1	Enerji Verimliliğinin Tanımı ve Kapsamı	55
1.5.2	Türkiye'de Enerji Verimliliğine Yönelik Kamu Politikaları.....	56
1.5.3	Enerji Verimliliğinin Gerekliliği ve Önemi	60

2. İKİNCİ BÖLÜM	62
SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE ENERJİ	62
2.1 Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji	64
2.2 Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre İlişkisi	65
2.3 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri	66
2.3.1 Erişilebilir Temiz Enerji.....	67
2.3.2 Sanayinin Altyapısının Yenilikçi Politikalarla Geliştirilmesi.....	68
2.3.3 İklim Değişikliği	69
2.4 Türkiye ve Avrupa’da Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Anlayışı	71
2.4.1 Türkiye’de Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Anlayışı	71
2.4.2 Dünyada Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Anlayışı	73
2.4.2.1 Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı.....	73
2.4.2.2 Brundtland Raporu	74
2.4.2.3 Rio Konferansı	74
2.4.2.4 Binyıl Kalkınma Hedefleri.....	75
2.4.2.5 Johannesburg Zirvesi	75
2.4.2.6 Rio +20 Konferansı	76
3. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	77
UYGULAMAYA YÖNELİK ALAN ARAŞTIRMASI	77
3.1 Çalışma Sahasının Genel Özellikleri	77
3.2 Karabük İli Elektrik Üretim Santralleri.....	78
3.3 Google-Earth (PRO), Net-Cad ve Autocad Programları Kullanılarak Çalışmaların Arc-GIS’e Hazır Hale Getirilmesi.....	80
3.4 Arc-GIS’de Haritaların Oluşturulması.....	82
3.5 Karabük GES Santralleri.....	84
3.5.1 Enerjisa GES	85
3.5.2 Sine Köyü GES	87
3.5.3 Tema-Trend GES	89
3.5.4 Karabük Üniversitesi GES	91
3.6 Karabük HES Santralleri.....	94
3.6.1 Pirinçlik HES	95
3.6.2 Yalnızca HES	98

3.6.3 Eren HES.....	100
3.6.4 İnkiler HES	101
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	104
KAYNAKÇA	107
TABLolar LİSTESİ.....	123
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	124
FOTOĞRAFLAR.....	125
ÖZGEÇMİŞ.....	126

TEZ ONAY SAYFASI

Mehmet ŞENDEMİR tarafından hazırlanan “Karabük İlinin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Varlığına Yönelik Bir Envanter Çalışması” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek Kamu Yönetimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Kemal YAMAN

Tez Danışmanı, Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı

Bu çalışma jürimiz tarafından Oy Birliği ile Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi Olarak Kabul Edilmiştir 26/04/2021

Unvanı, Adı SOYADI, Kurumu

İmzası

Başkan : Doç. Dr. Kemal Yaman (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Muhammed ORAL (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Fatih SARI (KTÜN)

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

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek Lisans/Doktora tezi olarak sunduğum, bu çalışmayı, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı herhangi bir yola tevessül etmeden yazdığımı, araştırmamı yaparken hangi tür alıntıların intihal kusuru sayılacağını bildiğimi, intihal kusuru sayılabilecek herhangi bir bölüme araştırmamda yer vermediğimi, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden olduğunu ve bu eserlere metin içerisinde uygun şekilde atıf yapıldığını beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak ahlaki ve hukuki tüm sonuçlara katlanmayı kabul ederim.

Adı Soyadı: Mehmet ŞENDEMİR

İmza:

ÖNSÖZ

Enerji günümüzde, ekonomik ve endüstriyel kalkınmanın sağlanmasında önemli bir girdi olarak kullanılmaktadır. Özellikle sanayi sektöründe enerji ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Temel enerji kaynakları, fosil enerji (tükenir enerji kaynakları) ve yenilenebilir enerji kaynakları (tükenmeyen enerji kaynakları) olarak ikiye ayrılmaktadır. Fosil enerji kaynakları ile yapılan enerji üretimi pahalıdır. Bu kaynaklardan enerji üretimi gerçekleştiren tesislerin sera gazı emisyonu yüksek olduğundan çevre kirliliğine neden olmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, temiz ve çevre dostu enerji olup, enerji üretiminde fosil kaynaklara göre daha az maliyetlidir. Bu nedenle bu kaynaklardan enerji üretimi her geçen yıl artmaktadır.

Bu çalışmada, genel olarak enerji kaynaklarının neler olduğu, yenilenebilir enerji kaynakları ve enerji – sürdürülebilirlik ilişkisi araştırılmıştır. Ayrıca, Karabük ilinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi gerçekleştiren tesislerin konumları; topoğrafik, orman yoğunluğu, mülki idari sınırlar, arazi haritalarında Arc-GIS harita çizim programı vasıtasıyla koordinatlandırılarak gösterilmiştir. Bu haliyle bu araştırma bir envanter çalışmasıdır.

Bu çalışma sürecinde ve öğrenimim sırasında her türlü konuda beni yalnız bırakmayarak danışmanlığımı üstlenen, çalışma konusunun seçiminden sonuçlandırılmasına kadar katkı ve emeklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam, Doç. Dr. Kemal YAMAN'a, değerli görüşleri ile tezin geliştirilmesinde katkısı bulunan jüri üyeleri Dr. Öğretim Üyesi Muhammed ORAL ve Dr. Öğretim Üyesi Fatih SARI'ya saygıyla ve içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın hazırlanmasında destek veren; Karabük Enerjisa Bölge Mühendisimiz Ali ERDEM'e, hayatımın her safhasında olduğu gibi tez çalışmam süresince de verdikleri moral ve destek ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan, kıymetli eşim Nur ÇAMLICA ŞENDEMİR'e rahmetli amcam Mehmet ÇAMLICA ile Funda ÇAMLICA'ya, ablam Vildan ŞENDEMİR ASRİN'a ve aile büyüklerim Ayşen-Zafer ÇAMLICA ile Hatice-İbrahim ŞENDEMİR'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mehmet ŞENDEMİR

2021, Karabük

ÖZ

Enerji üretimde kullanılması zorunlu ve toplumların refah seviyelerinin yükseltilmesi için gerekli bir girdidir. Elektrik kullanımının her alanda yaygınlığı ve tüketimindeki artışlar, toplumun refah artışının bir göstergesidir. Bu nedenle, gelişmiş ülkeler enerji üretiminde üst sıralarda yer almaktadır.

Günümüzde yaygın olarak fosil enerji kaynaklarından enerji üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu üretim sonucunda çevreye sera gazı yayılarak zarar verilmektedir. Bu kapsamda, sürdürülebilir kalkınma hedefleri arasında bulunan erişilebilir temiz enerjiye ulaşmak için, çevre sağlığına zarar vermeyen yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi önem kazanmıştır.

Çalışmamızda, Karabük'ün yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi gerçekleştiren tesislerin konumları; topoğrafik, orman yoğunluğu, mülki idari sınırlar, arazi haritalarında Arc-GIS harita çizim programında koordinatlandırılarak gösterilmiştir. Güneş Enerjisi Santrali (GES)'lerin ve Hidroelektrik Enerji Santrali (HES)'lerin arazide yer seçim çalışmaları yapılırken, enerjiden daha verimli üretim sağlanması için dikkat edilmesi gereken hususlardan bahsedilmiştir. Aynı zamanda, bu tesislerle ilgili envanter çalışması yapılarak, GES'lerin kurulum yüzölçümleri ve Fotovoltaik Panel (PV) sayıları belirtilmiştir. HES'lerin ekipmanlarının (baraj yeri ve regülatör alanı) arazideki yükseklik değerleri belirlenerek, regülatöre su dağıtım kanalından daha yüksekte akan suyun daha fazla enerji üretimi gerçekleştirdiğinden bahsedilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Yenilenebilir Enerji, Sürdürülebilir Kalkınma, Arc-GIS.

ABSTRACT

It is necessary input to increase the welfare of societies and it is necessary to use it in energy production. The prevalence of electricity use in every field and the increase in its consumption is an indicator of the increase in the welfare of the society. For this reason, developed countries are at the top in energy production.

Today, energy production from fossil energy sources is widely carried out. As a result of this production, the environment is harmed by emitting greenhouse gases. In this context, energy production from renewable energy sources that do not harm environmental health has gained importance in order to reach accessible clean energy, which is among the sustainable development goals.

In our study, the locations of the facilities producing electricity from renewable energy sources in Karabük; topography, forest density, administrative boundaries are shown in land maps by coordinating them in the Arc-GIS map drawing program. During the field selection studies for the Solar Power Plant and Hydroelectric Power Plants, the points to be taken into consideration in order to ensure more efficient energy production were mentioned. At the same time, an inventory study of these facilities was carried out and the installation area of Solar Power Plants and the number of Photovoltaic Panels were determined. By determining the height values of the equipment of hydroelectric power plants (dam site and regulator area) in the field, it was mentioned that the water flowing from the water distribution channel to the regulator higher than the water distribution channel produces more energy.

Keywords: Energy, RenewableEnergy, Sustainable Development, Arc-GIS.

ARŞİV KAYIT BİLGİLERİ

Tezin Adı	Karabük İlinin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Varlığına Yönelik Bir Envanter Çalışması
Tezin Yazarı	Mehmet ŞENDEMİR
Tezin Danışmanı	Doç. Dr. Kemal YAMAN
Tezin Derecesi	Yüksek Lisans Tezi
Tezin Tarihi	26.04.2021
Tezin Alanı	Kamu Yönetimi Anabilim Dalı
Tezin Yeri	KBÜ/LEE – KARABÜK
Tezin Sayfa Sayısı	126
Anahtar Kelimeler	Enerji, Yenilenebilir Enerji, Sürdürülebilir Kalkınma, Arc-GIS

ARCHIVE RECORD INFORMATION

Name of theThesis	An İventory Study On The Existence Of Renewable Energy Sources İn Karabük Province.
Author of theThesis	Mehmet ŞENDEMİR
Advisor of theThesis	Assoc.Prof.Dr. Kemal YAMAN
Status of theThesis	Master Thesis
Date of theThesis	26.04.2021
Field of theThesis	Department of Public Management
Place of theThesis	KBU/LEE – KARABÜK
Total PageNumber	126
Keywords	Energy, Renewable Energy, Sustainable Development, Arc-GIS.

KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AÇG	: Azeri-Çırac-Güneş Boru Hattı Sahası
ARGE	: Araştırma Geliştirme
BAKKA	: Batı Karadeniz Kalkınma Ajansı
BDT	: Bağımsız Devletler Topluluğu
BES	: Biyokütle Enerji Santrali
BM	: Birleşmiş Milletler
BOREN	: Ulusal BOR Araştırmaları Enstitüsü
BOTAŞ	: Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi
BP	: British Petroleum
BTC	: Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı Projesi
BTE	: Bakü- Tiflis- Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı
°C	: Derece
CAD	: Harita Çizim Programları
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CCUS	: Karbon Yakalama, Kullanımı ve Saklanması
CO₂	: Karbondioksit
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirilmesi
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
ED-50	: Avrupa Datumu
EİE	: Elektrik İşleri Etüt İdaresi
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
EÜAŞ	: Elektrik Üretim Anonim Şirketi
EWEA	: Avrupa Rüzgâr Enerjisi Birliği
FSRU	: Yüzer LNG Depolama ve Gazlaştırma Ünitesi
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
GEKA	: Güney Enerji Kalkınma Ajansı
GEPA	: Güneş Enerjisi Potansiyel Atlası
GES	: Güneş Enerjisi Santrali

GNSS	: Global NavigationSatelliteSystem (Uzaydan Sinyaller Yollayan Dünya Çapında Konumlandırma İşlemleri)
GOÜ	: Gelişmekte Olan Ülkeler
GPS	: Global PositioningSystem (Küresel Konumlama Sistemi)
GSMH	: Gayri Safi Milli Hasıla
GW	: Gigawatt
HES	: Hidroelektrik Santraller
IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IGCC	: Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrimi
IRENA	: Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı
ITB	: Türkiye- Bulgaristan Doğalgaz Enterkonnektörü
ITG	: Türkiye- Yunanistan Doğalgaz Enterkonneksiyonu
ITRF	: International Earth Rotationand Reference Systems (Uluslararası Yersel Referans Sistemi)
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
J	: Joule
JES	: Jeotermal Enerji Santrali
kcal	: Kalori
kg	: Kilogram
km	: Kilometre
KW	: Kilowatt
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğalgaz
m	: Metre
m³	: Metreküp
MAPEG	: Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
MTA	: Maden Tektik Arama
MW	: Megawatt
NDK	: Nükleer Düzenleme Kurumu
OPEC	: Organization of Petroleum Exporting Countries (Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü)
OTEC	: Termal Enerji Dönüşüm Sistemi

REPA	: Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Atlası
RES	: Rüzgâr Enerjisi Santrali
RTK	: Real Time Kinematic (Gerçek Zamanlı Kinematik)
SI	: Uluslararası Birimleme Sistemi
SOCAR	: Azerbaycan Cumhuriyeti Devlet Petrol Şirketi
TAEK	: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TANAP	: Trans Anadolu Doğalgaz Hattı Projesi
TAP	: Trans Adriyatik Boru Hattı Projesi
TEDAŞ	: Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TEMSAN	: Türkiye Elektromekanik Sanayi Anonim Şirketi
TENMAK	: Türkiye Enerji Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu
TKİ	: Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu
TMI	: Three Mile Island
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TPAO	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TTK	: Türkiye Taş Kömürü İşletmeleri Genel Müdürlüğü
TUSAGA	: Türkiye Ulusal Sabit GNSS İstasyonları Ağı
TÜPRAŞ	: Türkiye Petrol Rafinerileri Anonim Şirketi
TÜREB	: Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği
UÇEP	: Ulusal Çevre Stratejisi Eylem Planı
UNEP	: Birleşmiş Milletler Çevre Programı
WCED	: World Commission On Environment and Development (Dünya ve Çevre Geliştirme Komisyonu)
YEEP	: Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı
YEGM	: Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü
YEKA	: Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
YEKDEM	: Yenilenebilir Enerji Destek Mekanizması

ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu alıŐma ile Karabük ilinde kurulu bulunan Güneş Enerjisi Santrali (GES) ve Hidroelektrik Santrali (HES) gibi yenilenebilir enerji tesisleri ile ilgili bir envanter çalışması olup bu tesislerden yüksek krllk sağlayacak verimli enerji üretimine etki edecek faktörlerin ortaya konması amaçlanmıştır.

ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Bu alıŐmada; Arc-GIS programı yardımıyla, Karabükn yenilenebilir enerji üretim santrallerinin konumları, Arc-GIS Online haritalarda (arazi, coğrafi, mülki idari sınırlar, orman yoğunluğu ve topoğrafik haritalar) koordinatlandırılarak gösterilmiştir.

ARAŞTIRMANIN PROBLEMİ

Bu araştırmanın temel problemi Karabük'te hangi alanlarda yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üreten tesislerin faaliyet gösterdiği ve hangi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim sağlandığının ortaya konulmasıdır. Ayrıca, HES ve GES tesislerinin kuruluş yeri seçiminde hangi faktörlerin etkili olduğu ve bu faktörlerden hangilerinin verimlilik üzerinde etkili olduğu da araştırmanın temel problemini oluşturmuştur.

GİRİŞ

Enerjinin, üretilmesi, tüketilmesi ve dönüşümü çevrenin sürdürülebilir bir biçimde büyümesi için temel bir ihtiyaçtır. Ülkelerin sosyal ve ekonomik olarak büyümesi için kolay, temiz, ucuz ve çevre sağlığına zarar vermeyen enerji üretimi sağlanması gerekmektedir. Bundan dolayı yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarından ucuz ve etkili bir şekilde enerji üretiminin sağlanması ve enerji kullanımı teknolojilerinin geliştirilmesi için yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Dünyada enerji talebi; hızlı nüfus artışı, endüstrileşme ve şehirleşme gibi nedenlerle artış göstermiştir. Fosil enerji kaynaklarından enerji üretimi maliyetli olup, çevreye verdiği zarar da oldukça fazladır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil enerji kaynaklarına oranla, çevre ve insan açısından daha az zararı olan hidrolik, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle ve deniz enerjileri gibi doğal kaynaklardan oluşmaktadır. Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynaklarının çeşitleri, neden gerekli olduğu, Türkiye'deki enerji durumu, enerji verimliliğinin gerekliliği ile sürdürülebilir kalkınma anlayışına etkilerine yer verilmektedir. Aynı zamanda, Karabük'ün yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi gerçekleştiren enerji tesislerinin lokasyonları; Arc-GIS programında haritalar oluşturularak gösterilmiştir. Bu tesislerde envanter çalışması yapılarak, GES'lerin PV sayıları, HES'lerin regülatör ve baraj yerlerinin yükseklik değerleri ile hangi akarsu üzerinde buldukları ve tesislerin yüzölçümleri belirlenmiştir. Üretim tesislerine ait ekipmanlar koordinatlandırılarak gösterilmiş olup, tesislerin yer seçim çalışmalarında önem arz eden hususlardan bahsedilmiştir.

LİTERATÜR TARAMASI

Koçaslan (2006)'nın bildirdiğine göre, yerli bir kaynak olması ve sera etkisi yaratmaması nedeniyle, rüzgâr enerjisi ülkeler tarafından fazlaca kullanılmaktadır. Türkiye'nin artan enerji ihtiyacını karşılamak için yeterli potansiyele sahip olduğu anlatılmış olup, enerji programlarında yapılacak değişikliklerle, uluslararası piyasalarda diğer ülkelerle rüzgâr enerjisi teknolojisinde rekabet edebileceği açıklanmıştır (Koçaslan, 2006, s.2).

Ataman (2007) tarafından yapılan çalışmada; yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesinin başlıca nedenleri açıklanmıştır. Özellikle fosil yakıtların sera gazı emisyonları yolu ile, çevreye verdiği zararların azaltılması için yapılan uluslararası girişimlerin en kapsamlısı olan, "İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi"nden bahsetmiştir. Ayrıca, alternatif enerji kaynaklarının kullanılmasında Avrupa Birliği ülkelerinin öncü olduğunu anlatmıştır (Ataman, 2007, s.1).

TMMOB Makine Mühendisleri Odası (2008)'de, enerji tasarrufu dünya ekolojisi, ülke ekonomisi ve aile bütçesi gibi konu başlıkları anlatılmıştır. "Enerji Verimliliği Kanunu"; Türkiye için önemli bir başlangıç olduğundan bu kapsamda 2008 yılının; "Enerji Verimliliği" yılı ilan edildiğinden bahsedilmiştir. Bununla beraber, enerjinin her noktada etkin ve verimli kullanılarak israfın önlenmesinin önemi vurgulanmıştır (TMMOB, 2008, s.1).

Darıcı ve Büker (2011)'in bildirdiğine göre; dünyada ve özellikle gelişmekte olan Türkiye'de, kişilerin ihtiyaçlarının karşılanması ile ülkelerin ekonomik ve sosyal kalkınmalarının sağlanmasında, en önemli unsur enerjidir. Türkiye'de ise, üretim ve hizmet faaliyetlerine bağlı olarak enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji kaynaklarının tükenme riskine karşı, alternatif enerji kaynaklarından üretim sağlanmalıdır (Darıcı ve Büker, 2011, s.1934).

Bozkır (2015) tarafından yapılan çalışmada; Yirminci yüzyıl, bütünüyle petrol ve petrol teknolojilerinin hâkim olduğu bir dönem olmuştur. Fakat, dünya petrol kaynaklarının yüzde 95'i keşfedilmiş olduğundan petrol üretim miktarı en üst düzeye ulaşmış olup, buna bağlı oluşan tüketim miktarı da arttığından, petrolün yakın zamanda tükeneceği değerlendirilmektedir (Bozkır, 2015, s.1).

Deniz (2018)'e göre; enerji alanında yapılan ampirik çalışmalar sonucunda, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki olduğu anlaşılmıştır. Dünya genelinde artan enerji talebi karşısında, fosil yakıtların arzı yetersizdir. Bunun yanında, artan sera gazı emisyonları ve çevre kirliliği sorunlarıyla beraber, fosil yakıtlara göre alternatif kaynaklardan enerji üretiminin geliştirilmesi ve enerjinin daha etkin kullanımı gerekmektedir (Deniz, 2018, s.1).

Gerçek (2018)'e göre; Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisi yardımıyla Malatya ili sınırları içerisinde güneş enerjisi santralleri için, en uygun alanların tespit edilmesi konumsal analizler yapılarak sağlanmıştır. Bu kapsamda, güneş enerjisi santrali tesis edilmesi için, gerekli olan kriterler belirlenmiştir (Gerçek, 2018, s.1).

Sülükçüler (2018)'e göre, doğal kaynakların gün geçtikçe tükenmesi, olumsuz iklim değişiklikleri, fosil kaynakların çevreye verdiği zararlar ve sınırsız enerji tüketimi tüm dünya ülkelerinde önemli bir problem haline gelmiştir. (Sülükçüler, 2018, s.1).

Engin (2019)'a göre; iklim değişikliğini önleme ve çevrenin korunması ile ilgili konularda, küresel farkındalık oluşturulmuştur. Sürekli artan enerji ihtiyacı nedeniyle, enerji verimliliği çalışmalarına önem verilmiştir. Türkiye'de, enerji verimliliği konusunda stratejiler geliştirilerek, teşvik mekanizmaları oluşturulmuştur. Bu sayede, enerji verimliliğinin yaygınlaştırılması sağlanmıştır (Engin, 2018, s.1).

Bakırtaş(2020)'nin çalışmasında; Bartın Orman İşletme Müdürlüğü bünyesinde, orman ürünleri transportu için en uygun güzergâhların CBS aracılığıyla belirlenmesi yapılmış, araç ve orman emvali farklılıklarının değişken olarak kullanılabilmesi amacıyla, Network analizlerinden faydalanılmıştır (Bakırtaş, 2020, s.1).

1. BİRİNCİ BÖLÜM

TÜRKİYE'NİN ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

Enerji kaynakları ekonomik yönden değerlendirildiğinde; ısı enerjisi, elektrik enerjisi, nükleer ve kimyasal enerjiden oluşmaktadır. Dünyada enerji ihtiyacı giderek artış göstermekte olup, bu ihtiyacı tükenir enerji kaynaklarından karşılanması pahalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi ucuz olduğundan tüm dünya ülkeleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının ülke ekonomilerine önemli katkıda bulunduğunu kabul etmişlerdir (Tutar ve Eren, 2011, ss. 2-3).

Enerji farklı kaynaklarda değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Öztürk (2013,1); Enerjiyi, "Fiziksel bir sistemin ne kadar iş veya ne kadar ısı transferi yapabileceğini belirleyen bir durum fonksiyonu olarak tanımlamaktadır". Bir başka tanıma göre, enerji bir sistemin kendi dışında elektrik üretmesi kabiliyetidir (Acaroğlu, 2007, s.1).

Dünyanın oluşumundan şimdiki zamana kadar geçen periyotta enerji yaşamımızın her kesitini etkilemiştir (Gülay, 2008, s.:1). Enerjinin değişik şekillerde dönüşebilme yapısı bu etkilerin başında gelmektedir. Enerjinin değişken özelliği onun bir varlık değil, teorik bir kavram olduğundandır. Kelime kökeni Yunanca en "(iç)" ile ergen "(iş)" kelimelerinin bir araya gelmesiyle oluşan enerjinin teknik tanımı ise; iş yapabilme kabiliyetini yani bir cismin kendisine direnen bir kuvvete karşın hareketini ifade etmektedir" (Şen, 2002, s.18).

Enerji kaynakları farklı biçimlerde sınıflanmaktadır. Bunlar madde hali, dönüştürülebilirlik, kullanılabilirlik, yenilenebilirlik, güneş temellidir. Enerji üretimi çeşitli kaynaklardan gerçekleştirilmektedir. Bu kaynaklardan, değişik yöntemlerle enerji üretimi sağlanmaktadır (Safi, 2007, s.11).

1.1 Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Tükenir enerji kaynakları, fosil kaynaklardan oluşmaktadır. Fosil kaynaklar; petrol, kömür, doğalgaz ve nükleer enerjiden meydana gelmektedir. Bu kaynaklar, tükenebilir olduğundan kaynak rezervleri sınırlıdır. Bu nedenle, yenilenemeyen enerji kaynakları olarak adlandırılmaktadır (Gülay, 2008, s.3).

1.1.1 Petrol

Petrol kavramı; "Latince taş anlamına gelen petra ile yağ anlamına gelen oleum kelimelerinden oluşur". Ham petrol ise, doğal halde yeraltında bulunan

işlenmemiş cevheri temsil etmekte olup, hidrokarbonların karışımından oluşmaktadır. Petrollerin bileşenleri; parafinler, naftenler ve aromatik hidrokarbonlardır. Petrolün içinde az miktarda azot, demir, oksijen, kalsiyum, magnezyum, fosfor, vanadyum, kükürt, çinko ve kobalt bulunmaktadır. Petrolün akıcılığı az olup, rengi siyah ile koyu sarı arasında değişir. Petrol; sondajlama yöntemiyle, yerin altından derin kuyular açılarak çıkarılmaktadır (Öztürk, 2013, s.6). Petrol, yeraltında zaman içinde meydana gelen çökme ve tektonik hareketler sonucunda radyoaktivite ile ısınan oluşumlarla beraber oluşmaktadır (Öztürk ve Karpuz, 2006, s.49).

Tükenir bir kaynak olan petrol dünya ülkelerinin gözdesi olan birincil enerji kaynaklarından. Petrol, arama teknolojilerinin gelişmesi ve mevcut rezervlere yenilerinin ekleneceği düşünüldüğünde, enerji kaynaklarının içinde önemini korumaktadır (VIII. BYKP, 2001).

Türkiye'de petrol üretim ve arama faaliyetlerinden Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) sorumlu iken, rafineri faaliyetlerinden ise Türkiye Petrol Rafinerileri Anonim Şirketi (TÜPRAŞ) sorumludur. Marmara Denizi, Batı ve Doğu Karadeniz kıyıları, Antalya ve İskenderun körfezleri, Ege Denizi, Saros Körfezi ile İzmir arası, Adıyaman, Batman ve Diyarbakır petrol bakımından zengin alanlardır (Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, 2007).

Türkiye, coğrafi konum itibarıyla dünyadaki doğalgaz ve petrol kaynaklarının %75'ini elinde bulunduran ülkelerle komşudur. Hazar, Orta Asya, Orta Doğu ülkeleri ile Avrupa'daki tüketim pazarlarında, enerjinin taşınmasında ülkeler arasında köprü vazifesi sağlayarak enerji koridoru oluşturmuştur. Bu nedenle, enerji projelerinin çoğunda yer almıştır. Tükenir enerji kaynaklarının kullanımının, 2030 yılına kadar % 40 oranında artış göstereceği beklendiğinden, bu ihtiyacın büyük bir bölümünün Türkiye'nin de bulunduğu coğrafi bölgedeki enerji kaynaklarından sağlanacağı düşünülmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2020a).

1.1.1.1 Petrol Boru Hatları

Türkiye, Bakü-Tiflis-Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı ve Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı ile petrol sevkiyatı gerçekleştirmektedir (ETKB, 2020a).

1.1.1.1.1 Bakü Tiflis Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı

18 Kasım 1999 tarihinde, Azerbaycan, Türkiye ve Gürcistan arasında yapılan anlaşma neticesinde, Bakü Tiflis Ceyhan Ham Petrol Boru Hattı, Azerbaycan'da

üretilen petrolün Adana ili Ceyhan ilçesine getirilmesi sonucunda, 2006 yılında faaliyete geçmiştir. Hattın, Türkiye'den geçen 1076 km'lik kısmı BOTAŞ tarafından tesis edilmiş olup taşıma kapasitesi, 50 milyon ton/yıl'dır (ETKB, 2020a).

1.1.1.1.2 Irak-Türkiye Ham Petrol Boru Hattı

Türkiye ile Irak hükümetleri arasında 27 Ağustos 1973'de imzalanan anlaşma kapsamında, Irak'ın Kerkük ve diğer petrol üretim santrallerinde üretilen ham petrolün Ceyhan'a sevkiyatı için tesis edilmiştir. 986 km uzunluğundaki ilk hat 1976'da işletmeye alınmıştır. İnşaat çalışmaları devam eden hatta, ikinci boru hattının inşası 1987'de tamamlanmıştır. Hattın taşıma kapasitesi, 70,9 milyon ton/yıl'dır (ETKB, 2020a).

1.1.2 Doğalgaz

Doğal gaz; etan (C_2H_6), propan (C_3H_8) gibi hafif moleküler ağırlıklı hidrokarbonlardan oluşan bir karışımdır. Doğalgaz yeraltında tek başına bulunabileceği gibi petrolle beraberde oluşabilmektedir. Petrol gibi doğalgazda, kütlelerin gözeneklerinde bulunur ve kütle içinden geçerek akışkan halde üretim kuyularına ulaşmaktadır. Yüzey kısımda ayrıştırılan doğalgaz, içeriğindeki hidrokarbonlardan (bütan, pentan vb.) uzaklaştırılır. Doğalgaz, fosil yakıtlar içerisinde en temiz olanıdır. Doğalgazın yanmasıyla beraber su buharı, karbondioksit ve azot oksitler meydana gelmektedir (İTÜ,2020).

Türkiye'nin en önemli doğalgaz üretim bölgesi, Trakya havzasıdır. Trakya havzasının dışında; Karadeniz'in batı kesimi ve Marmara Denizi'nin kuzey kesiminde doğalgaz üretimi yapılmaktadır. Ancak, bu üretim ihtiyacı karşılamadığından Rusya, İran ve Azerbaycan'dan doğalgaz ithalatı yapılmaktadır. Türkiye'de; Boru Hatları ile Petrol Taşıma Anonim Şirketi (BOTAŞ), doğalgazın fiyatlandırılmasını sağlayan tek şirkettir. Doğalgazı diğer enerji kaynaklarından cazip kılan nedenler, nakliye bedelinin olmaması ve depolama gereksiniminin bulunmamasıdır (Garih, 2000, s.69).

Türkiye'de 2019 yılında 45,3 milyar m^3 doğalgaz tüketimi ile 483 milyon m^3 'lük doğalgaz üretimi yapılmıştır. Türkiye'de, kış aylarının başladığı dönemlerde doğalgaza olan talep artmaktadır. Bu dönemlerde, kaynak ülkeler (Rusya, İran),Türkiye'ye doğalgaz arzını yeterli oranda sağlayamamaktadır. Bu durumun ortadan kaldırılması için çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda toplam kapasitesi 2,84 milyar m^3 olan Kuzey Marmara, Silivri ve Değirmenköy doğalgaz depolama

tesislerinin toplam kapasitesinin 4,6 milyar m³'e, aynı bölgede bulunan geri üretim kapasitesinin de artırılarak 75 milyon m³'e çıkartılması için çalışmalar devam etmektedir (ETKB, 2020b).

Arz kaynakları ve güzergâhlarının çeşitlendirilmesi amacıyla, "Yüzer LNG Depolama ve Gazlaştırma Ünitesi" (FSRU) sistemine yönelik çalışmalarla birlikte doğalgaz, petrol arama ve üretim çalışmaları da devam etmektedir. Bu çerçevede, milli üretim ve satın alma yollarıyla üç adet sondaj gemisi ve iki adet sismik arama gemisi, Türkiye'nin envanterine girmiştir. Türkiye, orta ve uzun vadede doğalgaz ticaretinde önemli bir noktaya ulaşmak için çalışmalar sürdürmektedir (ETKB, 2020b).

FSRU (Yüzer LNG Depolama ve Gazlaştırma Ünitesi) kapasitesinde bulunan depolarla LNG depolanmasını ve bu depo edilen LNG'nin gazlaştırılarak ana şebekeye bağlanmasını sağlamaktadır. Günümüzde, 14 ülkede 29 adet FSRU gemisi mevcuttur. BOTAŞ-Dörtyol FSRU gemisi, dünyanın en büyük LNG depolayan gemisidir (BOTAŞ, 2020a).Türkiye'nin, İzmir Aliağa limanında faaliyet gösteren 2. FSRU gemisinden sonra, 3. FSRU gemisinin BOTAŞ'ın mülkiyetinde olarak 2021 yılında Hatay'da faaliyete başlaması planlanmaktadır (BOTAŞ, 2020b).

1.1.2.1 Doğalgaz İletim Hattı Projeleri

Türkiye 2000'li yıllardan itibaren, doğalgaz iletim ve dağıtım projelerine destek vermeye başlamıştır. Stratejik ve coğrafi konumu itibariyle, doğu ile batıyı bir köprü gibi birbirine bağlaması, Türkiye'nin doğalgaz taşımacılığındaki en önemli ülke kategorisine girmesini sağlamıştır. Hazar ve Orta Doğu kaynaklarının dünya pazarlarına taşınmasında, Türkiye transit ülke olmuştur. Enerjinin taşınmasıyla ilgili, enerji arzı ve güvenliğinin sağlanması için diğer ülkeler, Türkiye ile yatırım projeleri yapmaktadırlar. Bu projeler, kazan-kazan yöntemiyle hayata geçtiğinden iki tarafa da kazanç sağlamaktadır (ETKB, 2020c).

Türkiye'nin uluslararası düzeydeki doğal gaz boru hattı projeleri, "Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı, Mavi Akım Doğal Gaz Boru Hattı, Doğu Anadolu Doğalgaz Ana İletim Hattı (İran-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı), Bakü-Tiflis-Erzurum Doğal Gaz Boru Hattı, Türkiye-Yunanistan Doğal Gaz Enterkoneksiyonu, Türk Akımı Doğal Gaz Boru Hattı, Trans Anadolu Doğal Gaz Boru Hattı Projesi (TANAP) ve Trans Adriyatik Boru Hattı (TAP)"'dır (ETKB, 2020c).

1.1.2.2 İşletmedeki Hatlar

Tamamlanan projeler, Rusya-Türkiye Doğal Gaz Boru Hattı, Mavi Akım Gaz Boru Hattı (Samsun- Ankara Hattı), Doğu Anadolu Doğal Gaz Ana İletim Hattı, Türkiye-Yunanistan Enterkoneksiyonu, Bakü Tiflis Erzurum Hattı ile TANAP projesidir (BOTAŞ, 2020c).

1.1.2.2.1 Rusya-Türkiye Doğalgaz Boru Hattı

18 Eylül 1984'te, Türkiye ile Eski Sovyetler Birliği ülkeleri arasında doğalgaz alım anlaşması imzalanmıştır. Anlaşmadan sonra, BOTAŞ güzergâh seçim çalışmalarını tamamlamış, bunun sonucunda 14 Şubat 1986 yılından itibaren, Türkiye ile Eski Sovyetler Birliği arasında, 25 yıl süreli doğalgaz alım mutabakatı imzalanmıştır. Bu anlaşma kapsamında, Rusya'dan Türkiye'ye gelen hat, Bulgaristan sınır bölgemizde bulunan Malkoçlar mevkiinden başlayarak Ambarlı, Hamitabat, İstanbul, İzmit, Bursa, Eskişehir güzergahını izleyerek Ankara'ya ulaşmaktadır. Hattın toplam uzunluğu 845 km'dir (ETKB, 2020c).

1.1.2.2.2 Doğu Anadolu Doğalgaz Ana İletim Hattı

8 Ağustos 1996 yılında İran ile Türkiye arasında doğal gaz alım satım anlaşması imzalanmış olup, ilgili boru hattının uzunluğu 1491 km'dir. Bu boru hattı, iki kısımdan oluşmakta olup, hattın birinci kısmı Ağrı Doğubayazıt'tan Türkiye'ye giriş yaparak Erzurum, Sivas ve Kayseri'den geçmektedir. Hattın ikinci kısmı, Ankara ve Konya üzerinden geçerek Seydişehir'e ulaşmaktadır (ETKB, 2020c).

1.1.2.2.3 Türkiye- Yunanistan Doğalgaz Enterkoneksiyonu (ITG)

Türkiye ile Yunanistan arasında, 23 Şubat 2003 tarihinde 15 yıl süreli doğal gaz alım satım anlaşması imzalanmıştır. Bu anlaşma, Türkiye'den Avrupa'ya ihraç edilecek ilk doğal gaz boru hattıdır. Anlaşmayla Azerbaycan Şah-Deniz doğal gazı, Türkiye üzerinden Avrupa'ya (Yunanistan ve İtalya'ya) taşınmıştır(ETKB, 2020c).

1.1.2.2.4 Türk Akımı Doğal Gaz Boru Hattı

Rusya'nın Anapa bölgesinden Kıyıköy'e ulaşan 935 km uzunluğundaki Türk akım boru hattında, 31 Aralık 2019'da, Türkiye ile Rusya arasında anlaşma imzalanarak gaz sevkiyatı başlamıştır. Bu kapsamda, Türkiye-Lüleburgaz üzerinden, güneydoğu Avrupa ülkelerine (Bulgaristan- Sırbistan- Macaristan- Avusturya- Slovakya)'ya gaz taşınmaktadır (ETKB, 2020c).

1.1.2.2.5 Bakü Tiflis Erzurum Doğalgaz Boru Hattı (BTE)

Azerbaycan'ın Hazar bölgesinde bulunan, Şah Deniz doğalgaz üretim sahasından çıkarılan doğalgazın, Türkiye'ye sevkini sağlayan; Bakü-Tiflis-Erzurum doğalgaz boru hattı, Türkiye ile Azerbaycan devletlerinin 12 Mart 2001'de imzaladığı anlaşmayla yaşama geçirilmiştir. Anlaşma doğrultusunda, BOTAŞ ve SOCAR (Azerbaycan Cumhuriyeti Devlet Petrol Şirketi) arasında; Azerbaycan gazının Türkiye'ye ikmalini sağlayan 15 yıl sürekliliği olan doğalgaz alım-satım anlaşması yapılmıştır. Bu boru hattının, Azerbaycan'ın Şah Deniz bölgesindeki 2. aşama üretim hacminin artması için 2015'te çalışmalara başlanmıştır. 2018 yılının haziran ayında; TANAP 'da ilk gaz sevkiyatı başlamış olup; 2022 yılında projenin tam kapasiteyle çalışması planlanmıştır (ETKB, 2020c).

1.1.2.2.6 TANAP ve TAP Projeleri

Türkiye'nin enerji güvenliğinin artırılması için Trans- Anadolu doğalgaz boru hattı projesi (TANAP) ile Avrupa'nın enerji arzına fayda sağlayacak Trans-Adriyatik Boru hattı (TAP) birbirine bağlanmış olup, Güney gaz koridorunun gelişmesi sağlanmıştır. Bu sayede; Azerbaycan'ın, Hazar Denizindeki "Şah Deniz 2" doğal gaz sahasında üretilen doğal gaz ilk önce Türkiye'ye taşınacak oradan da Avrupa'ya ulaşacaktır (TANAP, 2020a).

TANAP; Türkiye'nin Ardahan ilinden başlayarak Kars, Erzurum, Erzincan, Bayburt, Gümüşhane, Giresun, Sivas, Yozgat, Kırşehir, Kırıkkale, Ankara, Eskişehir, Bilecik, Kütahya, Bursa, Balıkesir, Çanakkale, Tekirdağ ve Edirne olmak üzere 20 il ve 67 ilçeden geçmektedir. TANAP doğal gaz boru hattı 1850 km uzunluğundadır.

Türkiye'nin, artan doğalgaz talebinin karşılanması için Azerbaycan'ın Şahdeniz doğalgaz üretim sahasında çıkarılan gazın, Türkiye'ye gelmesini sağlayacak sözleşme imzalanmıştır.

TANAP; Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan ve Azerbaycan Cumhurbaşkanı İlham Aliyev tarafından 12 Haziran 2018'de Eskişehir'de düzenlenen törenle imzalanmıştır. Bu kapsamda, Azerbaycan gazının, Türkiye'den Avrupa'ya ulaşması TAP'ın tamamlanmasıyla gerçekleştirilecektir (TANAP, 2020b).

TAP projesi ile Azerbaycan'ın güney koridorunda bulunan Hazar Denizinden üretilen doğalgaz, Türkiye'nin Yunanistan sınırında bulunan Meriç Nehri üzerinden Arnavutluk, Bulgaristan, Yunanistan ve Adriyatik Denizi üzerinden İtalya'ya

taşınacaktır. Hattın; 550 km'si Yunanistan'dan, 215 km'si Arnavutluk'tan, 105 km'si Adriyatik Denizinden ve 8 km'si İtalya'dan geçmektedir. Doğal gaz boru hattının toplam uzunluğu 878 km'dir. 2018 yılı Kasım ayında, TAP ile TANAP doğal gaz boru hatları; Türkiye-Yunanistan sınırındaki Meriç Nehri kıyısında birbirine bağlanmıştır. Bu proje ile başta Yunanistan, Bulgaristan, Arnavutluk ve İtalya olmak üzere diğer Avrupa ülkelerinin enerji ihtiyacı karşılanmıştır (TANAP, 2020a).

TAP, Türkiye'nin ortak olduğu bir proje değildir. TANAP ve TAP doğal gaz projelerinde ortaklar hisse başına şu şekildedir. TANAP projesinde; Azerbaycan Hükümetinin şirketi olan SOCAR %58 pay, Türkiye Hükümeti'nin şirketi BOTAŞ %30 pay ve İngiliz enerji şirketi BP %12'lik paya sahiptir. TAP projesinde ise; İngiliz şirketi BP %20 pay, Azerbaycan Hükümetinin şirketi SOCAR %20 pay, Norveç enerji şirketi Statoil%20 pay, Belçika enerji şirketi Fluxys %19 pay, İspanya enerji şirketi Enagas %16 pay ve İsviçre enerji şirketi Axpo %5 paya sahiptir(TANAP, 2020c).

1.1.3 Taşkömürü

Kömür, konutlarda ısınmak amacıyla, elektrik üretimi içinde termik santrallerde kullanılmaktadır. Enerji kaynaklarının içinde, taşkömürünün üretimi artarak devam etmektedir. Taşkömürü, hava kirliliği yönünden çevreyi olumsuz etkilediğinden içindeki kül, kükürt, uçucu madde, alkali madde, fosfor gibi safsızlıkların azaltılması zorunlu hale gelmiştir (Özdemir vd., 2013,ss.1-2).

Küresel elektrik enerjisi üretiminin yüzde 38,7'sini karşılayan kömürün, önümüzdeki otuz yıllık tahminlere göre önemini koruyacağı belirtilmektedir. Üretim, tüketim ve nakliyesinin kolay olmasından dolayı yaygın olarak kullanılan kömür, enerji güvenliği yönünden de tercih edilmektedir (Bayraç, 2009, s.117).

Tablo 1'de gösterildiği üzere; Türkiye'nin en büyük taşkömürü rezervi Zonguldak havzasındadır. Günümüze kadar, havzada yapılan arama çalışmalarında 1200 m derinliğe kadar kömür rezervi bulunmuştur. Havzanın toplam kömür kapasitesi 1,5 milyar ton olup, bunun %48'i görünür rezervdir.

Tablo 1: TTK Ruhsatlı Kömür Sahalarına Ait Kömür Kaynağı (ton,2020 Mayıs)

REZERV	Hazır	Görünür	Muhtemel	Mümkün	TOPLAM
Armutçuk	1.453.222	7.468.483	14.407.491	7.883.164	31.212.460
Kozlu	3.037.432	62.721.133	40.539.000	47.975.000	154.272.565
Üzülmez	327.943	133.177.529	94.342.000	74.020.000	301.867.472

Karadon	1.844.496	129.958.531	159.162.000	117.034.000	407.999.027	
Amasra	A	335.000	5.550.407	2.176.308	7.758.000	15.819.715
	B	*	395.954.757	151.161.950	58.812.778	605.929.485
TTK	6.998.193	734.830.840	461.778.749	313.482.942	1.517.100.724	

Kaynak: (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü, 2019)

Havzada koklaşabilir rezervler, "Üzülmez, Kozlu ve Karadon bölgelerinde bulunmaktadır. Bu rezervlerin toplam rezervler içerisindeki payı %57'dir. Armutçuk bölgesinde çıkarılan kömür rezervi, yüksek ısı değeri ve az kül içerdiğinden demir-çelik fabrikalarında kullanılmaktadır. Türkiye'de taşkömürü madenciliği "Türkiye Taşkömürü Kurumu" tarafından, Zonguldak Taşkömürü Havzasında özel şirketlerce sağlanmaktadır. Havzanın topoğrafik yapısı engebeli ve dik olduğundan makineleşmeye dayalı üretim yapılamamaktadır. Bu nedenle, taşkömürü insan gücüyle çıkarılmaktadır. Zonguldak havzasında, 1942 yılından günümüze kadar 246 milyon ton taşkömürü üretimi yapılmış olup, bu havza ülke kalkınmasında önemli bir konuma sahiptir (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü, 2019).

1.1.4 Linyit

Linyit, ısı değeri düşük olduğundan termik santrallerde yakıt olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de linyit kömürü elektrik üretiminde fazlaca kullanılmakta olup, linyit kömürü işletme ve aramalarına Cumhuriyetin kurulmasından sonra önem verilmiştir. 1927 yılında Yozgat-Yerköy, Kütahya-Tunçbilek, Aydın-Nazilli, Amasya-Çeltek linyit santralleri faaliyete açılmıştır. 1935 yılında, Maden Tektik Arama Genel Müdürlüğü'nün kurulmasıyla linyit kömürü arama çalışmaları hızlandırılmıştır (Yıldız ve Aybar, 2019, s.117).

Türkiye'nin linyit kömür sahaları; Kahramanmaraş Afşin- Elbistan, Manisa-Soma, Adana-Tufanbeyli, Ankara-Bey pazarı, Konya-Karapınar, Muğla-Milas, Afyon-Dinar, Kütahya-Tunçbilek, Eskişehir-Alpu, Konya Beyşehir ve Seydişehir, Tekirdağ Çerkezköy ve Malkara'da bulunmaktadır. Bu sahaların toplam linyit rezervi 17,5 milyar tondur (MTA, 2019).

Türkiye'de linyit kömürü ile çalışan santraller, Kahramanmaraş ili, Afşin-Elbistan, Sivas-Kangal, Bursa-Orhaneli, Çanakkale-Çan, Kütahya Seyitömer ve Tunçbilek, Manisa Soma ve Muğla Yatağan'da bulunmaktadır (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü, 2019).

1.1.5 Fossil Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkileri

Tükettiğimiz enerjinin %80'i fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Bu yakıtlar yer altında ısı ve basınçla meydana gelmektedir. Fosil yakıtların oluşumları uzun zaman almasına rağmen dünyamızda çok hızlı tüketilmektedir. Bundan dolayı bu yakıtlar, kısa zaman periyodunda yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. Dünya genelinde şehirleşme, kentleşme ve endüstrileşme sonucu fosil yakıtlarla karşılanan enerji talebi artmıştır. Fosil yakıtlara olan talebin artmasından dolayı fiyatları sürekli artış göstermektedir (Öztürk, 2013, ss.3-4).

Fosil yakıtların çevreye verdiği yerel, küresel ve bölgesel olumsuzlukları bulunmaktadır. Yerel düzeyde en fazla sorun, yerleşim yerlerindeki hava kirliliğidir. Isınmak için kullanılan kömür madeni ve bu madenin yeraltından çıkarılması sonucunda meydana gelen gaz salınımları sızıntıları ile petrolün çıkarılmasında boru hatlarından ve tankerlerden kaynaklı petrol sızmaları, yeraltı ve doğal su kaynaklarını kirletmektedir.

Bölgesel düzeyde ise, tükenir yakıt kullanan araçlar ve enerji üretim santrallerinin emisyonları ormanlara, doğaya ve tarım ürünlerine zarar vermektedir. Tükenir enerji kullanımıyla beraber meydana gelen parçacık emisyonları, atmosfere giden ışınları geri çevirerek soğutma, sera gazı emisyonları ile dünyadan yansıyan ışınları yutarak ısınma etkisi oluşturmaktadır.

Tükenir yakıtların olumsuz etkileri, kısa ve uzun vadede ortaya çıkmaktadır. Kısa zamanda oluşan sonuçlar, sıcaklıklar arttıkça buzulların bağlandığı kütleden ayrılarak erimesi ve bununla beraber çığ olaylarını artırmasıdır. Bunun sonucunda, sel felaketleri ile kasırga ve fırtınalar meydana gelmektedir. Uzun vadeli sonuçları ise, sıcaklık artışlarıyla beraber deniz su seviyesinin 1 metreye kadar yükselip, yerlerin sular altında kalmasıdır (Koçaslan, 2006, ss.43-45).

Dünyanın karşılaştığı çevre sorunlarının en önemlisi, sera gazı kullanımının küresel ısınmayı artırmasıdır. Küresel ısınmanın artması sonucunda, iklim değişikliği yaşanmaktadır. İklim değişikliğinin önlenmesi için 2020 sonuna kadar sera gazı kullanımının azaltılması, Avrupa Birliğince teşvik edilmiştir (Özsoy ve Dinç, 2016, s.5).

Bu kapsamda, yeşil ekonomi ve çevre dostu yeşil enerjiye geçiş hızlanmıştır. Doğal kaynakların daha etkili kullanılması ve gelecekte daha güvenli bir yaşam için bu geçiş önem kazanmıştır (Yalçın, 2016, s.749).

1.2 Nükleer Enerji

Nükleer Enerji, 1789 yılında uranyumun keşfi ile başlamış, 1934 yılında atomun parçalanmasıyla dünya gündemine girmiştir. ABD ve Rusya öncülüğündeki dünya ülkeleri, atomların parçalanması ile açığa çıkan ısı enerjisini, elektrik enerjisine dönüştürecek sistemler geliştirmiştir. 1970'li yıllardan itibaren petrole sahip olmayan ülkeler, bu kaynağa olan bağılıklarını azaltmak için nükleer santrallere yönelmişlerdir. 1989 yılında Sovyet Rusya'da (şimdiki Ukrayna sınırları içinde) Çernobil, 1979 yılında ABD'de Three Mile Island (TMI) nükleer santralleri oluşan kazalar sonucunda patlamıştır.2011 tarihinde ise, Japonya'nın Töhoki bölgesinde, 9.0 şiddetinde deprem ve sonrasında oluşan tsunaminin etkisiyle, elektrik şebekesinin zarar görmesinden kaynaklı Fukushima nükleer santrali patlamıştır. Bu patlamaların sonucunda nükleer santrallerin kurulması yavaşlamıştır (ETKB,2020d).

Nükleer enerji, bu teknolojiye sahip ülkelere askeri maksatla kullanılmıştır. Bunun ilk örneği, II. Dünya Savaşında 6-9 Ağustos tarihlerinde ABD tarafından Japonya'nın Hiroşima ve Nagasaki şehirlerine atılan atom bombalarıdır. Bunun sonucunda, Japonya'ya karşı savaş sona ermiştir. II. Dünya Savaşı'ndan sonra, 1950'li yılların başlarında, ticari nükleer santraller tesis edilmeye başlanmıştır. ABD'nin İdoho eyaletinde, Experimental Breeder Reactor I adlı deney santrali, 1951 yılında nükleere bağlı ilk elektrik enerjisini üretmiştir. 1954 yılında ise, o zamanki adıyla Sovyetler Birliğinde tesis edilen Obninsk nükleer enerji santralinde, elektrik enerjisi üretilmiştir (Harmanda, 2020, ss.20-22).

Nükleer santraller, sanıldığı kadar aksine çevreye minimum düzeyde zarar vermektedir. Çünkü nükleer santrallerin, güvenlik sistemleri gelişmiş olup çevremizde bulunan radyasyonun %1'i düzeyinde çevreyi etkilemektedir. Bundan dolayı, santral tesislerinin yanında balıkçılık, hayvancılık, tarım ve turizm faaliyetlerinin gerçekleştirileceği yerleşkeler yapılabilmektedir. New York, Paris, Londra gibi dünyanın en gözde turizm ve metropol şehirlerinin yanında nükleer santraller mevcuttur. Günümüzde tesis edilen nükleer santrallerde, 3 (+) nesil teknoloji kullanılmaktadır. Bu teknoloji; insan müdahalesi olmadan 72 saat süresince tesisi

soğutabilme, uçak çarpmalarına karşı koruma, pasif güvenlik sistemleri, dijital kontrol odaları, kompakt ekipman ve sistem tasarımları gibi birçok yeniliği barındırmaktadır (ETKB, 2020d).

Türkiye, gelişmekte olan ülkeler arasında yer aldığından, sanayileşme ve teknolojinin etkisiyle enerji tüketimi artmaktadır. Enerji gereksinimindeki artış, Türkiye'nin dışa bağımlılığını artırmıştır. Bundan dolayı, Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), tarafından 2007 yılında Sinop ve Mersin Akkuyu nükleer santrallerinin inşasına başlamak için "Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme" programı başlatılmıştır. Bu programda, özellikle AR-GE çalışmalarına önem verilmiştir (Erdoğan, 2019, s.2).

Türkiye'nin nükleer santral tesisi kurma hedefi, Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu arasında Akkuyu sahasında bir nükleer güç santralinin tesisine ve işletimine dair iş birliğine ilişkin anlaşmanın; 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanmasıyla gerçekleşmeye başlamıştır. Bu anlaşma, 15 Temmuz 2010 tarihinde TBMM Genel Kurulu tarafından kabul edilmiş, 6 Ekim 2010 tarihli 27721 Sayılı Resmî Gazete 'de yayımlanmıştır.

Akkuyu nükleer santralının, inşaat lisansı ise 2 Nisan 2018 tarihinde, TAEK tarafından onaylanmış olup, santralin ilk ünitesinin temeli yapılan törenle atılmıştır. Bu ünitenin, 2023 yılında işletmeye alınması planlanmaktadır. İkinci nükleer santral projesi olan, Sinop Nükleer Santrali için 3 Mayıs 2013 tarihinde, Türkiye ile Japonya arasında anlaşma imzalanmıştır. Ancak, bu proje iptal edilmiştir (ETKB, 2020d).

1.3 Yenilenebilir Enerji

Yenilenebilir enerji, fosil enerji kaynaklarına göre, insan ve çevreye daha az zarar veren rüzgâr, hidrolik, güneş, biyokütle, deniz (dalga) ve jeotermal enerjiden oluşmaktadır (Öztürk, 2013, s.14).Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) tanımına göre yenilenebilir enerji, "sürekli olarak yenilenen doğal süreçlerden elde edilen enerjidir". Yenilenebilir enerji, doğal kaynaklardan oluştuğundan kömür, benzin, doğalgaz gibi enerji kaynaklarına alternatif oluşturmaktadır (Altuntaşoğlu, 2005, ss.249-250).

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğada, yeryüzünde ve genellikle herhangi bir üretim sürecine dâhil olmadan elde edilebilen, çevreye zararı ve etkisi geleneksel enerji kaynaklarına göre çok daha az olan, fosil kaynaklı olmayan, elektrik enerjisi üretilirken CO₂ emisyonu çok düşük olan, devamlı olarak yenilenen ve kullanılmaya

hazır olarak doğada bulunan güneş, hidrolik, rüzgâr, jeotermal ve biokütle enerji kaynaklarını ifade etmektedir (Gürsoy, 2004, ss.35-36).

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde, örnek projeler ve çeşitli teşvikler vasıtasıyla yenilenebilir enerjinin kullanımı yaygınlaştırılarak toplumda farkındalık oluşturulmuştur. Bu sayede, yenilenebilir enerji pazarının gelişmesi sağlanarak enerji maliyetlerinin düşmesi beklenmektedir. Dünyada artan enerji maliyetlerinin yüksek olması ve yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin ekonomik olması nedeniyle, yenilenebilir enerji tercih edilmektedir (Boztepe, 2009, s.198).

1.3.1 Yenilenebilir Enerjinin Kapsamı

Su, rüzgâr, güneş, hidrojen, biokütle, deniz akıntıları ve jeotermal enerji yenilenebilir enerji kaynaklarını ifade etmektedir. Fosil enerji kaynaklarının kullanımına artan yoğun talebi ortadan kaldırmak ve sera gazlarının neden olduğu iklim değişikliğini engellemek için dünyada birçok ülke yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına önem vermektedir (Kuban ve Uyar, 2007).

1.3.2 Yenilenebilir Enerjinin Gerekliliği

Fosil(tükenir) enerji kaynaklarının, doğadan çıkarılma maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı fosil enerji kaynaklarına seçenек olarak, yeni bir enerji kaynağının bulunması gerekli hale gelmiştir. Bu gereklilik, yenilenebilir (tükenmez) enerji kaynaklarından enerji üretilmesini sağlayarak yeni enerji sistemlerini ortaya çıkarmıştır. Uluslararası Enerji Ajansı (IEA), 2020 yılı için hazırladığı raporda, enerji kaynaklı CO₂emisyön değerlerinin %6 oranında artacağını belirtmiştir. Raporda, bu sorunu ortadan kaldırmak için düşük karbon teknolojisi ve enerji verimliliği alanlarında, 2020 yılına kadar 430 milyar dolar ek yatırım yapılmasının gerekliliğinden bahsedilmiştir (IEA, 2020).

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğal enerji kaynaklarından oluştuğundan ithal enerjilere yapılan ödemeleri engelleyerek dış borçları azaltmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından faydalanmak için gerekli olan işletmelerin faaliyet göstermesi basit olup alanında uzman kişiler gerekli değildir. Yenilenebilir enerjiden elektrik elde etmek için üretim tesisleri açılacağından, iş sahalarını artırarak işsizlik sorununun çözümünde fayda sağlayacaktır (Çukurçayır ve Sağır, 2008, s.259).

1.3.3 Yenilenebilir Enerji Türleri

Yenilenebilir Enerji, güneş enerjisi, hidrolik enerji, hidrojen enerjisi, jeotermal enerji, deniz-dalga enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisinden oluşmaktadır.

1.3.3.1 Güneş Enerjisi

Dünyada petrol, kömür, doğalgaz gibi yakıtlar çok uzun zamandan beri kullanılmakta olup hızlı bir şekilde tükenmektedir. Buna karşılık, hidrojenin helyuma dönüşmesiyle oluşan güneş enerjisi ise tükenmeyen enerji kaynaklarından biri olup çevre kirliliği oluşturmamaktadır.

Güneş enerjisi yoğunluğu gece-gündüz, yaz-kış ve günün değişik saatlerinde farklılık göstermesinden dolayı bu enerjiden dört farklı şekilde yararlanılmaktadır. Bunlar güneşin ısı etkisi, fotoelektrik etkisi, yörüngesel enerjisi ve biyolojik kimyasal etkisidir. Güneş enerjisinden ulaşım araçlarında, ev ve ofislerde, sanayide, tarım alanlarında, iletişimde, trafik ışık sistemlerinde ve otomasyonla beraber elektrik enerjisi üretiminde yararlanılmaktadır. Güneş enerjisinden faydalanma konusunda 1970'lerden sonra yapılan araştırmalar hız kazanmıştır. Teknolojik ilerlemelerle beraber güneş enerjisi sistemleri gelişme gösterdiğinden, tesis kurulum maliyetleri ucuzlamıştır. Çevre dostu olan güneş enerjisi sistemleri, çevreye zarar vermemektedir

Güneş enerjisi sistemleri, çeşitlilik göstermektedir. Bunlar ısı güneş teknolojileri ve güneş pilleridir. Günümüzde, genellikle güneşin ısıtma etkisinden faydalanılmaktadır. Bu nedenle, evlerin çatılarında dolgu ısıtma sistemlerinde güneş enerjisi kullanılmaktadır. Bu şekilde odaklandırılan güneş enerjisinden sıcak su buharı elde edildikten sonra, jeneratörlerden enerji üretimini sağlayacak türbinler harekete geçirilmektedir. Güneş enerjisinden yüksek elektrik üretme potansiyeline sahip bölgeler, çöl, sahra ve az yağmur alan ekvatorial bölgelerdir. Bu alanlarda sıcaklık fazla olduğundan elektrik üretim maliyeti daha ucuzdur. Fakat, üretilen enerjinin depolama güçlüğü ve enerji üretim alanlarına uzak oluşu nedeniyle bu bölgelerde enerji üretimi cazip değildir. Güneş enerjisi, süreklilik, yenilenebilirlik özellikleri nedeniyle dünyada önemi artmaktadır. Güneş enerjisi üretimi ile ilgili en önemli sorun güneş panellerinin pahalı oluşudur. Güneş panellerinde kullanılan silikonun fiyatı yüksek olduğundan, üreticiler bunun yerine başka madde kullanımı ya da kullanılan silikonun azaltılmasına yönelik çalışmalar yapmaktadır. 2020 yılı itibariyle, bir güneş panelinin 20 W başına fiyatı 12 ABD dolarıdır (Solar Market, 2020). 2050 yılında, dünyadaki enerji

tüketiminin %15' inin güneş enerjisinden sağlanacağı düşünülmektedir (Erdener vd., 2010, s.80-85).

Güneş enerjisi, panellerinin pahalı olmasına rağmen, süreklilik, bolluk ve yenilenebilirlik gibi avantajları göz önüne alındığında tercih edilen enerji kaynaklarından birisidir. Ayrıca, geleneksel yakıtların kullanımından kaynaklı çevre kirliliği gibi çevresel sorunlar, güneş enerjisinden enerji üretiminde olmamaktadır. Bu yüzden enerji kullanımında vazgeçilmeyen güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek daha sağlıklı olmaktadır (Varınca ve Gönüllü 2006, ss.270-275).

Türkiye'de, güneş enerjisi potansiyeli atlasına (GEPA) göre, ortalama yıllık toplam güneşlenme süresi 2741,07 saat, günlük toplam güneşlenme süresi 7,5 saattir (ETKB, 2020e). Türkiye'nin, 1988-2017 yılları arasında, aylık güneşlenme süresi incelendiğinde, en fazla güneşlenme süresinin 10,42 saat/gün ile temmuz ayında, en az güneşlenme süresinin ise 3,27 saat/gün ile aralık ayında olduğu anlaşılmaktadır (MGM, 2021).

Türkiye, zengin güneş enerjisi potansiyeline sahiptir. Ancak, güneş enerjisi aracılığıyla elektrik üretiminde kullanılan malzemenin maliyeti yüksektir. Almanya gibi gelişmiş ülkelerde, güneş enerjisinden elektrik üretimi yapılması için kapsamlı AR-GE çalışmaları yürütülmektedir. Almanya, Türkiye'ye oranla daha kısıtlı güneş enerjisi potansiyeline sahip olmasına rağmen Almanya'da, ciddi oranlarda güneş enerjisinden elektrik üretimi yapılmaktadır. (TMMOB, 2010, s.26).

Türkiye'de, bölgelerin güneşlenme sürelerine bakıldığında, Güneydoğu Anadolu bölgesi en fazla güneş alan bölgedir. Bu bölgeyi, Akdeniz, Ege, Doğu Anadolu, İç Anadolu, Marmara ve Karadeniz bölgeleri izlemektedir (EPDK, 2020). Ancak, GES'den enerji üretimi incelendiğinde, bölgeler arasında farklılıklar gözlenmektedir. Çünkü, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, güneşlenme süresinde 1. Sırada, GES santralinden elektrik üretiminde ise 4. sırada yer almaktadır. İç Anadolu bölgesi, güneşlenme süresinde 5. sırada yer almasına rağmen GES'den elektrik üretiminde 1. sırada bulunmaktadır (Oral, 2020, s.487). Türkiye'nin ilk GES santrali, 2011 yılında, İstanbul İkitelli'de kurulmuş olup, kurulu gücü 500 KW'tır (Yeşil Ekonomi, 2021).

Türkiye'nin GES'den en fazla enerji üreten santralleri Ankara Esenboğa Enerji GES (118 MW), Konya Karapınar YEKA-1 GES (86 MW), Kayseri OSB Güneş Enerjisi santrali (50 MW)dirr (Enerji Atlası, Güneş Enerjisi Santralleri, 2021). Türkiye’de, güneş enerjisi üretimini geliştirmek için çalışmalar devam etmektedir. Bu kapsamda, ETKB'nın yenilenebilir enerji kaynak alanları (YEKA GES-1) ihalesini kazanan Kalyon Enerji, Ankara'da kurduğu güneş panel fabrikası için Çinli bir firma ile anlaşma yapmış olup, ilk yerli güneş paneli üretimine Nisan 2020'de başlamıştır (Enerji Portalı, 2020a). Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA)'ya göre 2018 yılı itibariyle Türkiye güneş enerjisinden 5996 MW elektrik enerjisi üretmektedir (IRENA, 2020a).

Türkiye'de GES kurulumu, lisanslı ve lisanssız olarak tesis edilebilmekte olup, *Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik* 30 Haziran 2017 Tarih, 30110 Sayılı Resmî Gazete’de yayımlanmıştır. Bu yönetmeliğin amacı, elektrik enerjisi üretiminde güneş enerjisinin etkin ve verimli kullanımını sağlamak ve güneş enerjisine dayalı başvurularda teknik görüşün oluşturulmasına ilişkin esasları belirlemektir (Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi Yönetmeliği, 2017).

Bu konudaki diğer bir yasal düzenleme ise *Rüzgâr ve Güneş Enerjisine Dayalı Ön lisans Başvuruları için yapılacak Rüzgâr ve Güneş Ölçümleri Uygulamalarına Dair Tebliğ*’dir. Resmî Gazete'nin 17 Haziran 2014 Tarih, 29033 Sayılı bu tebliğde, Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği kapsamında güneş ölçümleri yapılarak bu ölçümlerin değerlendirilmesine ilişkin esaslar belirlenmiştir. Lisans başvurularında bu ölçüm sonuçlarına göre değerlendirme yapılmaktadır (Rüzgâr ve Güneş Enerjisine Dayalı Ön lisans Başvurularına İlişkin Tebliğ, 2014).

21.04.2018 tarihli ve 30398 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Değişiklik Yönetmeliği ile *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmeliği*’nin *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Destekleme Mekanizması (YEKDEM)*’e kayıt başvuruları başlıklı 5 inci maddesi ile “*YEKDEM kayıt başvurularına itirazlar ve itirazların sonuçlandırılması*” başlıklı 6’ncı maddesinin birinci fıkrası değiştirilmiştir ve yönetmeliğin eki, Ek-1 yürürlükten kaldırılmıştır. Söz konusu değişiklikler yayımı tarihi itibariyle yürürlüktedir. BU yönetmeliğin temel amacı yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik enerjisi üretiminin teşvik etmektir. Aynı yönetmelikte 09.10.2018 tarihinde ise yönetmeliğe

“Yarışma Yönetmeliği” tanımını eklenmiş, ödeme yükümlülüğü oranının hesaplanması ile YEKDEM portföy gelirinin hesaplanması ve paylaşılması hükümlerinde değişiklikler yapılmıştır. Söz konusu değişiklikler 01/01/2019 tarihi itibari ile yürürlüktedir.

1.3.3.2 Jeotermal Enerji

Jeotermal Enerji, dünyamızda var olan ısı enerjisi potansiyelinden insanlığın yararlandığı kısmını belirtmek için kullanılır. Jeotermal enerji, ısı enerjisinin bir formu olan yeryüzü içerisinde bulunan gezegen ölçeğinde jeolojik olaylara sebep olan bir enerji şeklidir (Dickson ve Fanelli, 1995, s.3).

Latince yer anlamına gelen jeo ile ısı anlamına gelen termal sözcüklerinden oluşan jeotermal, yerkürenin iç tabakalarında ısı olarak depolanan enerji şeklidir. Depolanan bu ısıyı bir dönüşüm sayesinde yerüstüne taşıyacak bir akışkan ve bu akışkan için dolaşım ve rezervuar olarak da adlandırılan toplanma alanı esastır. Yerin alt katmanlarına sızan yağmur suları, yer kabuğundan çeşitli kayalarla temas ederek ısınmakta ve yüksek basınç gibi ana etmenlerden etkilenerek yeraltı rezervuarında birikmektedir. Yüksek sıcaklığa sahip olan ve yoğunluğu azalan bu sıvı, yeryüzü yarıklarından çıkış yaparak sıcak su kaynakları ve buhar çıkışları gibi jeotermal oluşumları meydana getirmektedir (Bayındır, 2010, s.28).

Bir başka tanıma göre jeotermal enerji, sürdürülebilir, yenilenebilir, tükenmeyen ve yeni olan bir enerji çeşididir. Jeotermal enerji, yılın her periyodunda elde edilebilmektedir. Atmosfere CO₂ ve diğer emisyonları salmayan bu enerji türünün flora ve faunaya olumsuz etkileri minimum düzeydedir. Herhangi bir yakıt bedeli olmadığından işletme maliyetleri düşük olan jeotermal enerjide, birkaç kilowattan (KW) megawata (MW) kadar ısı enerjisinden faydalanmak mümkündür (Tunçbilek, 2015,s. 22).

Jeotermal enerjinin üretilmesi, yeraltına yayılan sıcak su ve buhardan, enerji değişim teknolojileri vasıtalarıyla gerçekleşmektedir. Jeotermal enerjinin ısı enerjisi için direkt kullanım alanları da bulunmaktadır. Bulunduğu alanda kullanılan bir enerji kaynağı olan jeotermal enerjinin, uzak mesafelere nakli sınırlıdır. Bu mesafe maksimum 100 km'dir. Jeotermal enerji, kısa uzaklıklara kapalı borular içinde taşındığından, çevreye zarar vermemektedir.

Jeotermal enerji, enerji üretiminde fosil yakıtlarla karşılaştırıldığında çevre dostudur. Jeotermal santrallerden enerji üretimi esnasında açığa çıkan azot oksit emisyonu, fosil yakıtlardan enerji üretimi esnasında oluşan azot oksit emisyonundan oldukça düşüktür. Bundan dolayı, jeotermal elektrik santrallerinden enerji üretiminin ozon tabakasına ve çevreye olan etkisi oldukça risksiz olup, temiz bir enerji kaynağıdır. Teknolojik imkânları fazlaca kullanan jeotermal santrallerde CO₂ emisyonu oldukça azdır (Özyurt ve Dönmez, 2005, s.2).

Türkiye, Alp Himalaya kuşağında bulunduğu için jeotermal kaynak sayısı yönünden oldukça zengin olup dünyadaki ilk yedi ülke arasında bulunmaktadır. Jeotermal alanlar genel olarak Türkiye'nin batısında yer almaktadır. Türkiye'nin kuzeyinde bulunan orta ve düşük sıcaklıktaki sahalara, fay oluşumları ve volkanizmanın etkisiyle, Orta ve Doğu Anadolu ile Kuzey Anadolu fay hattı boyunca uzanmaktadır.

Türkiye'de, sıcaklık derecesi yüksek elektrik üretimine uygun başlıca jeotermal alanlar; Aydın-Germencik, Aydın-Kızıldere, Çanakkale-Tuzla, Nemrut-Zilan-Süphan-Tendürek, İzmir-Seferihisar, Nevşehir-Acıgöl alanlarıdır. Türkiye'de dünya standartlarına uygun olarak, yüksek sıcaklık (>150 °C), orta sıcaklık (150-70 °C) ve düşük sıcaklık (<70 °C) olmak üzere birçok jeotermal kaynak bulunmaktadır. Bu kaynaklardan, Aydın-Germencik ve Denizli-Kızıldere'de bulunan jeotermal kaynaklar, geleneksel yöntemlerle elektrik üretimine uygundur. Bunların yanında, Kütahya-Simav, Çanakkale-Tuzla, Aydın-Salavatlı, Dikili, İzmir-Seferihisar gibi yeni teknolojilerin uygulamasıyla elektrik üretilebilecek sahalarda vardır. Aynı zamanda, düşük ve orta entalpili olmak üzere batıdan doğuya doğru azalan oranda birçok saha bulunmaktadır. Türkiye'de, jeotermal enerji alanında faaliyetlere 1962'de başlanmıştır. Türkiye, aktif faylarla sınırlı grabenler ve yaygın genç volkanizmaya bağlı olarak doğal buharlar, sıcaklığı yer yer 100 °C 'ye ulaşan 600'den fazla sıcak su kaynakları ile önemli jeotermal enerji potansiyeline sahiptir. Bugüne kadar bulunan jeotermal alanların %95'i ısı uygulamalarına uygun sıcaklıktadır. 30°C 'nin üzerindeki toplam 140 jeotermal alan, Türkiye yüzeyine dağılmış olup bunların çoğu Batı, Kuzeybatı ve Orta-Anadolu'da toplanmıştır.

Jeotermal kaynaklardan elektrik üretimine Türkiye'de 1974 yılında Kızıldere alanında başlanmış olup 0,5 MW gücünde bir pilot türbin deneme amaçlı olarak kurulmuştur. Ticari anlamda ise 1984 yılında, Denizli Kızıldere jeotermal santralinde 15 MW kurulu güçle elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir (Zaim ve Çavşı, 2018, s.51).

Türkiye'de jeotermal enerji, CO₂ üretimi, sera ve konut ısıtması, elektrik üretimi, sağlık amaçlı turizm tesisleri, balıkçılık ve kurutmacılık alanlarında kullanılmaktadır. Kuyu sıcaklığı 90°C'nin üzerindeki alanlarda bile elektrik üretimi günümüzde oluşan teknoloji sayesinde sağlanmaktadır. Düşük sıcaklıklı alanlarda, jeotermal enerji üretimi ekonomik değildir. Doğrudan kullanım için, jeotermal enerjiden bölgesel ısıtma uygulamalarında yararlanılmaktadır. Türkiye'de jeotermal enerji kapasitesi, toplam elektrik ihtiyacının %5'ini, ısıtmada kullanılan ısı enerjisi ihtiyacının %30'unu karşılayabilmektedir. Bu miktarların aritmetik ortalaması alındığında Türkiye, ısı ve elektrik enerjisinin %17,5'ünü jeotermal enerjiden sağlamaktadır (Öztürk, 2013, ss.332-334).

Türkiye'de 2019 yılı itibariyle, bölgesel olarak her tarafına yayılan ve değişik sıcaklık düzeylerinde bulunan 1000 adet doğal çıkışlı jeotermal kaynak bulunmaktadır. Türkiye'nin jeotermal kaynak potansiyelinin %78'i Batı Anadolu'da, %9'u İç Anadolu'da, %7'si Marmara Bölgesinde, %5'i Doğu Anadolu'da, %1'i ise diğer bölgelerde bulunmaktadır. Bulunan bu jeotermal kaynaklarımızın %90'ı orta ve düşük sıcaklıkta olduğundan, bu kaynaklardan ısıtma, termal turizm ve endüstriyel uygulamalarda yararlanılmaktadır. Jeotermal kaynakların %10'luk kısmı, elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.

Türkiye'de 2004 yılı sonunda, jeotermal enerji kaynak arama çalışmalarına hız verilmiş olup o dönemde 3100 MW olan jeotermal ısı miktarı, 2019 yılı sonunda 35500 MW'a ulaşmıştır (ETKB, 2020f). Türkiye'nin en fazla enerji üretimi sağlayan jeotermal santralleri, Denizli Kızıldere 3 Jeotermal Enerji Santrali (JES) 165 MW, Aydın Efeler JES 115 MW, Kızıldere-2 Denizli JES 80 MW'tır (Zaim ve Çavşı, 2018, ss.51-52). 2019 yılı verilerine göre Türkiye, 1514,70 MW enerji üretimi ile dünyada jeotermal enerjiden elektrik üretimi sağlayan ülkeler arasında, 4. sırada yerini almıştır (ETKB, 2020f).

Türkiye'de Jeotermal Enerji, 13.6.2007 tarihli Resmî Gazetede yayımlanan 5686 sayılı *Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu* ile güvence altına alınmıştır. Bu kanunun amacı, "Jeotermal ve doğal mineralli su kaynaklarının etkin bir şekilde aranması, araştırılması, geliştirilmesi, üretilmesi, korunması, bu kaynaklar üzerinde hak sahibi olunması hakların devredilmesi, çevre ile uyumlu olarak ekonomik şekilde değerlendirilmesi ve terk edilmesi, ihale edilmesi ile ilgili usul ve esasları düzenlemektir" (Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu, 2007).

30 Mayıs 2014 tarih, 29015 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan yönetmelikle, *Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu Uygulama Yönetmeliğinin* bazı maddelerine ilaveler yapılmıştır. Bunlardan önemli olanlar; birbirine karşılıklı en yakın kenarları arasındaki mesafe 1000 metreden az olan alanlara ruhsat verilmemesi, arama ve/veya işletme ruhsat alanları içinde açılmış veya açılacak olan kuyuların İdareye sunulmuş bilgi, belge ve formlara uygun olup olmadığının tespiti, işletme ruhsatının bulunduğu alanda pafta, alan ve/veya doğal çıkış, kuyunun cinsi, derinliği ve kuyu başı koordinatlarının tespiti, jeotermal kaynağın/doğal mineralli suyun sıcaklığı, debisi ve kuyunun; üretim değerleri, kullanım amacı, derinliği, jeotermal kökenli gaz adı ve metreküpü/tonu, elektrik üretimi yapıyor ise elektrik üretim değerlerinin tanımlanması şeklinde sıralanabilir.

Jeotermal kaynak ve doğal mineralli su arama ve işletme faaliyetleri ile devlet ve il yolları, otoyollar, demir yolları, havaalanı, liman, baraj, enerji tesisleri, maden, petrol, doğal gaz işletmeleri, su isale hatları gibi kamu yararı niteliği taşıyan yatırımların birbirlerini engellemesi, faaliyetin yapılamaz hâle gelmesi durumunda jeotermal kaynak ve doğal mineralli su arama ve işletme faaliyetleri ve yatırım ile ilgili karar, Kurul tarafından verilir, şeklinde düzenlemeler de yapılmıştır.

1.3.3.3 Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, suyun potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye çevrilmesi sonucu ortaya çıkan enerji olarak tanımlanır (Çukurçayır ve Sağır, 2008, s.267). Bu enerjinin üretim yeri olan HES'ler regülatör (elektrik üretimi merkezi), su iletim kanalları, toplanma havuzu ve su borularından oluşmaktadır. Bu projelerin ömürleri yaklaşık 50 yıldır. HES'lerdeki sera gazı salınımı, çok düşük seviyelerde olduğundan yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almaktadır. Ancak, HES'ler araziye tesis edildikleri süre boyunca, akarsuların morfolojik ve doğal akış düzenini bozarak tahribata neden olmaktadır. Dik eğimli yamaçlarda iletim hatlarının inşaatlarında, hafriyatın dere yataklarına dökülmesinden dolayı bitkiler zarar görmekte olup erozyon ve toprak kaymaları artmaktadır.

Hidroelektrik enerjisi, akan ve dökülen sudan elde edilen enerjidir. Hidroelektrik santraller, barajlı HES'ler, Regülatörlü HES'ler ve pompaj depolamalı HES'ler olarak üçe ayrılmaktadır. Doğal akışlı hidroelektrik santraller, kurulacağı bölgenin etkenlerine göre farklılıklar göstermektedir. Bu tip hidroelektrik santrallerde, akarsudaki su seviyesi regülatörler aracılığıyla yükseltilerek su alma yapısına

yönlendirilir ve buradan alınan su, açık kanal çökeltim havuzu boru ve tüneller ile türbinlere ulaştırılmaktadır. Hem depolamalı hem de doğal akışlı hidroelektrik santrallerde jeneratörler ve türbin, tesisin suyun gidiş yönündeki en düşük noktaya yerleştirilmektedir. Bu sayede, sulama yapısı girişindeki su seviyesi ile türbinden sonraki kuyruk suyu arasındaki seviye farkının maksimum düzeyde olması sağlanarak santralden daha fazla enerji üretimi yapılmaktadır (Öztaşkan, 2011, ss.45-46).

Pompaj depolamalı HES'ler; klasik hidroelektrik santralleriyle benzerlik gösteren pompalanan depolama teknolojisiyle oluşturulmuştur. Bu sistemde, farklı yüksekliklerdeki suyun potansiyel ve kinetik enerjilerinden faydalanılarak enerji üretimi sağlanmaktadır. Elektrik kullanımının az olduğu zamanlarda, düşük yükseklikte bulunan rezervden daha yukarıda bulunan rezerve su pompalanarak potansiyel enerji artırılmaktadır. Sonra, enerji kullanımının fazla olduğu vakitlerde yukarıya pompalanan su, daha düşük seviyede bulunan rezerve pompalanarak suyun kinetik enerjisi artırılmaktadır. Türbinlerin dönüşüyle elde edilen mekanik enerji sayesinde elektrik enerjisi üretilmektedir (Göktaş, 2018, s.72).

Akarsulara tesis edilen barajlar ve nehir tipi santraller ile, elektrik üretimi yapan hidrolik santraller, suyun akışındaki gücünü türbinler sayesinde harekete dönüştürerek elektrik üretmektedir. Su potansiyeli yüksek ülkelerin faydalandığı bu enerji üretim yöntemi ile güvenilir, temiz ve sürekli enerji üretimi sağlanmaktadır. Bu enerji kaynağının, herhangi bir yakıt ihtiyacı olmadığından üretim maliyetleri düşüktür. Ülke sınırlarındaki akarsuların, denize ulaşana kadarki enerjisinin yüzde yüz oranında kullanıldığı düşüncesine göre hesaplanan hidroelektrik potansiyel, teorik hidroelektrik potansiyeli ifade etmektedir. Dünyadaki teorik potansiyelin yüzde birine sahip olan Türkiye'nin, 433 milyar KWH elektrik enerjisi üretebileceği tahmin edilmektedir. Bu potansiyelin, teknik kısıtlamalar nedeniyle sadece yüzde elli civarında kullanılabilmesi mümkündür (Karadeniz vd., 2011, ss.99-107).

Yenilenebilir enerjiden elektrik üretiminin yaklaşık yüzde 85'lik kısmını sağlayan hidroelektrik enerji santralleri, kurulum maliyetleri bakımından avantaj sağlamaktadır. Büyük hidroelektrik santrallerin yanı sıra, küçük ölçekli (10 megawata kadar kapasitesi olan) santraller yaygınlaşmaktadır. Yerel enerji tedariki için bu tip tesislerin işlevsel olduğu anlaşılmaktadır.

HES'lerin sosyal ve ekonomik yaşamı etkileyen olumlu etkileri, ticari hayatı zenginleştirerek iş gücü sayısını artırmasıdır. HES projeleri tesis edilirken nitelikli işçi ihtiyaçları artmaktadır (Turhan, Çağatay ve Keçeçi, 2015, s.70).

Bunun yanında, hidrolik enerji santrali yapılan alanlarda, santral yapılmadan önce kullanılmayan su, enerji üretimine katıldığından ülke ekonomisi için kazanç oluşturmaktadır. Santrallerin işletme, onarım ve kuruluş maliyetleri dışında hammadde masrafı yoktur. Biriktirmeli hidroelektrik santraller enerji talebindeki değişimlere uyum sağlamaktadır (Deniz, 2018, ss.20-21).

Çevresel etki yönünden hidroelektrik enerjinin en önemli özelliği, yenilenebilir olmasıdır. Yakıt gideri olmadığından diğer santrallere göre, işletme masrafları düşüktür. Hidroelektrik santraller, atmosfere toz ve sülfür bırakan kömür yakıtlı projelerden daha temizdir. Ayrıca, bu enerji kaynakları yerli ve doğal olup işletme bakım gideri düşük olduğundan ve hidroelektrik santral ömürlerinin uzun olması nedeniyle kömür, doğalgaz, petrol gibi tükenir yakıtlardan üretilen enerjiye göre çevreye daha az zarar vermektedir (Aksungur vd., 2009, s.10).

Hidrolik enerjinin faydalarının yanında, çevreye verdiği zararları da bulunmaktadır. Ekolojik zararlar bunlardan birisidir. Ekolojik zararlar, toprak erozyonu, insan topluluklarının göç etmesi ve akarsuların kesilmesi sonucunda biyolojik çeşitliliğinin bitmesidir. Su alma yapıları bulunan regülatörler, inşaat aşamasında küçük bir baraj gibi faaliyette bulunarak akarsuların doğal akımını bozucu etkiler yapmaktadır. Bu bozulma, nehrin bütününde olduğundan dolayı balık göç ve geçişi ile hayvan geçişini etkilenmektedir. HES tesislerinin inşaat aşamasında, toprak yüzeyi sıyrıldığından arazide erozyon ve tahribat oluşmaktadır. Ayrıca tarımsal alanda sulamada, sorunlar çıktığından üretim düşmektedir. Proje alanlarındaki saha temizliği için, yapılan ağaç kesimi orman kalitesini düşürmekle beraber su miktarında yaşanan farklılaşma ile taban suyu ve yeraltı su değerlerini değiştirmektedir. Bunun sonucunda, jeolojik yapı ve ormanlar olumsuz etkilenmektedir (Ürker ve Çobanoğlu, 2012, s.68). Aynı zamanda, HES inşaatları nedeniyle kesilen ağaçlarla birlikte açılan yeni orman yolları yaban hayatını olumsuz etkilemektedir. Bunun sonucunda, orman alanları azalmaktadır (Turhan, Çağatay ve Keçeçi, 2015, ss. 69-70).

Su kaynaklarının bulunmadığı ya da arazi şartlarının müsaade etmediği durumlarda, hidroelektrik enerjiden bahsetmek mümkün değildir. Tamamen çevreci

olduğu düşünölen barajlar, karbondioksit ve metan gazı salınımı yaptığından su tutma havzalarında canlı yapının yok olmasına neden olmaktadır. Barajlar, kısa ömürlü olması nedeniyle potansiyel riskler bulundurmaktadır (Karadeniz vd., 2011, ss.99-107).

Bununla beraber, HES'lerin çevreye verdiği olumsuz etkiler canlı türlerinin yaşam alanının değişmesi, ormanların yok olması ve akarsuyun akış sisteminin değişmesi şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Sivil toplum kuruluşları, HES'lerin çevreye verdiği olumsuz etkileri konferanslarda bildirerek bunun önemini vurgulamaktadır. Tarihi ve kültürel alanlardaki barajlarda bulunan baraj hazneleri, bu bölgeleri su altında bırakarak kıyılarda erozyona neden olmaktadır. Ayrıca HES'ler, yaşam alanları ile bitkilerin su altında kalarak çürümesine neden olmuştur. Bu çürüme neticesinde, sera gazı atmosfere salınarak küresel iklim değişikliği ve ozon tabakasının giderek incelmesine neden olmuştur (Yaman, 2018, ss. 147-148).

Türkiye'de 20. yy.'da başlayan HES yapılarından, ilk elektrik üretimi 1902'de Tarsus'ta küçük ölçekli bir hidroelektrik santralinde gerçekleştirilmiştir. 1913'te ilk büyük ölçekli santral İstanbul'da, 1933'te hidroelektrikle enerjisi sağlanan elektrik şebekesi Ödemiş'te tesis edilmiştir (Süme ve Fırat, 2020, s.12).

Türkiye'de, 2019 yılı itibariyle HES'den enerji üretiminde, 683 adet HES işletmesinden, 28571 MW enerji üretimi sağlanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde HES'den enerji üretimi, toplam enerji üretiminin %31,23'üne karşılık gelmektedir (DSİ,2019,s.60).

Türkiye'nin en fazla enerji üreten HES'leri ise, Şanlıurfa'da bulunan Atatürk Barajı ve HES 2405 MW, Diyarbakır Karakaya Barajı ve HES 1800 MW ve Elâzığ'da bulunan Keban Barajı ve HES 1330 MW'tır (EÜAŞ, 2021).

Türkiye'de hidroelektrik santraller kapsamında yapılan en önemli proje, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'dir. GAP, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin su ve toprak kaynaklarını kullanarak bölgeyi geliştirmek ve refah seviyesini artırmak için ortaya çıkmıştır. GAP'ın ortaya çıkmasını sağlayan temel etken, Güneydoğu Anadolu Bölgesinin sahip olduğu önemli su ve tarım potansiyelidir.

Türkiye'nin en büyük projesi olan GAP'ın amacı, Dicle ve Fırat havzasını içine alan bölgede öncelikle sulama ve enerji yatırımlarını gerçekleştirmektir. GAP

sayesinde, Gaziantep, Adıyaman, Şanlıurfa, Kilis, Diyarbakır, Mardin, Batman, Şırnak, Siirt illeri sulamaya açılmıştır (DSİ, 2019, s.61).

1977 yılında Aşağı Fırat havzası ve Dicle havzasındaki projeler birleştirilerek "Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP)'a dönüştürülmüştür. 1989 yılında ise, projenin kapsamı genişletilerek GAP Master Planı hazırlanmıştır. GAP Master Planı; Fırat ile Dicle nehirleri üzerinde tesisi yapılması düşünülen barajlar, hidroelektrik santralleri, sulama projelerinin yanında kentsel ve kırsal alt yapı, ulaştırma, sağlık, eğitim, konut ve turizm sektörlerini geliştiren bir proje olarak adlandırılmaktadır.

1990'lı yılların ikinci döneminde yaşanan ekonomik krizler ile, dünyada oluşan gelişmeler sonucunda, "GAP Master Planı", yeni ihtiyaçlara göre yenilenmiştir. 4 Haziran 1998'de, Bakanlar Kurulu'nun aldığı karar sonucunda, 2000 yılında "GAP Master Planı" yeniden hazırlanmış ve "Katılımcı ve sürdürülebilir insani gelişme yaklaşımı" ön plana çıkmıştır.

Mayıs 2008'de, Diyarbakır'da açıklanan GAP Eylem Planı'nın konu başlıkları; ekonomik ve sosyal kalkınmanın sağlanması ile alt yapının ve kurumsal kapasitenin geliştirilmesidir. GAP'ın ana amacı, kuru toprakların suya kavuşması ve tarımsal üretimle beraber ürün çeşitliliğini artırmaktır. Tarımsal üretimin artmasıyla beraber, tarıma dayalı sanayi gelişerek, ekonomi canlanacak böylece diğer bölgelerle aradaki gelişmişlik farkı azalacaktır (Benek,2009, ss.53-56).

GAP, Türkiye'nin hidroelektrik enerji üretimine önemli ölçüde katkı sağlamıştır. GAP projesi ile 19 hidroelektrik santrali ve 22 baraj tesisinin yapımı planlanmıştır. 2018 yılı sonunda, 13 HES ve 19 baraj yapımı tamamlanmıştır. Bu sayede, GAP enerji yatırımlarında %74 gerçekleştirme sağlanmıştır. GAP projesiyle beraber barajlar, HES'ler ve suyu tarlalara dağıtacak sulama şebekeleri yapılmıştır. 2018 yıl sonu itibariyle sulamaya açılan bölge 558.507 hektar olup, planın sulama hedefi %53 oranında gerçekleşmiştir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, GAP Bölge İdaresi Başkanlığı, 2019).

HES'lerle ilgili yasal düzenlemeler incelendiğinde belli başlı uygulamalar arasında 15 Haziran 2019'de yürürlüğe giren *Elektrik Piyasasında Üretim Faaliyetinde Bulunmak Üzere Su Kullanım Hakkı Anlaşması İmzalanmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik*' dir. Bu yönetmeliğin amacı, 14.03.2013 tarih, 6446 Sayılı Elektrik Piyasası hükümlerine göre piyasada faaliyet gösteren tüzel kişiler

tarafından hidroelektrik enerji üretim tesisi kurulması, işletilmesi ve üretimi ile lisansları için DSİ ile tüzel kişiler arasında düzenlenecek su kullanım hakkı anlaşmalarını ve belediyelerce bu tesislerin kurulabilmesine yönelik usul ve esasları belirlemektir (Elektrik Piyasası Kanunu, 2013).

1.3.3.4 Hidrojen Enerjisi

Hidrojen, Yunanca su anlamına gelen *hydro* ve oluşturan anlamına gelen *genes* sözcüklerinden oluşmaktadır. Hidrojen, dünyanın %60'ını kaplayan suyun temel bileşenidir. Hidrojenin, hem üretimi hem de kullanımı salınımsız olmaktadır. Bu özelliğinden dolayı hidrojen, yenilenebilir enerji kaynakları kategorisine girmiştir. Hidrojen ekonomileri, hidrojenin üretilmesi, depolanması, taşınması ve kullanılması için ileri teknolojilere ihtiyaç duyulmaktadır. Büyük ölçekli hidrojen üretimi için suya ihtiyaç vardır. Sudan hidrojen üretim teknolojileri elektroliz, termoliz, termokimsiyal döngüler ve fotolizi içermektedir (Özcan, 2008, ss. 156-157).

1.3.3.5 Rüzgâr Enerjisi

İnsanoğlunun faydalandığı ilk enerji kaynağı türü rüzgâr enerjisidir. Rüzgâr enerjisi, ilk olarak Mısırlılar ve Çinliler tarafından deniz taşımacılığında kullanılmıştır. Rüzgâr enerjisinin kullanımı, çok eski zamanlarda olmasına rağmen yapılan araştırmalar duraganlaşmıştır. Bunun nedeni ise, tükenir enerji kaynaklarının yakıt olarak kullanılmasıdır (Çukurçayır ve Sağır, 2008, s.263).

Yüzyıllardır rüzgâr enerjisinden rüzgâr değirmenleri ile tane öğütme ve su pompalamada faydalanılmıştır. Rüzgâr değirmenlerinin günümüzdeki adı, elektrik enerjisi üretmemizi sağlayan rüzgâr türbinleridir. Rüzgâr santralleri sera gazı üretmediklerinden, çevreye olan etkileri minimum seviyededir. Rüzgâr sonucu meydana gelen enerji, rüzgârın hızı ve esme süresiyle doğru orantılıdır. Yani, rüzgâr ne kadar hızlı ve uzun zaman aralıkları ile eserse türbinlerden sağlanan enerji üretimi artmaktadır.

Rüzgâr enerjisinden en iyi şekilde yararlanmak için, türbinlerin yüksek kuleler üzerinde bulunması gerekmektedir. Rüzgâr türbinleri, küçük ölçekte elektrik üretmek, tahıl öğütme ve su pompalamak için kullanılmaktadır. Çok sayıda türbinden oluşan türbin çiftlikleri ise, büyük ölçekte enerji üretmek için kullanılmaktadır. Rüzgâr türbinlerinin yüksekliğinin 95 metreye çıkarılması ve kurulan santrallerin kara yerine kıyıya yakın deniz üzerinde kurulması ile rüzgâr enerjisinden faydalanmada kayda

değer bir artış gözlemlenmiştir. Denize kurulan rüzgâr türbinleri, karasal alanlara tesis edilen rüzgâr türbinlerinden, denizden karaya doğru esen rüzgârların güçlü olması nedeniyle daha verimli enerji üretimi gerçekleştirmektedir. Rüzgâr santrallerinin kurulum maliyeti de ucuzdur. 2020 yılında rüzgâr enerjisinden elektrik üretiminin tüm dünyada 1,2 milyon MW kurulu güce ulaşacağı ve dünya elektriğinin %12'sinin rüzgâr enerjisinden karşılanacağı öngörülmektedir (Erdener, v.d., 2010, ss.65-68).

Rüzgâr türbinleri dönüş eksenleri doğrultusuna göre, dikey ve yatay eksenli olarak iki şekilde üretilmektedir. Yatay eksenli türbinler, Fotoğraf.1'de gösterilmiş olup, bu türbinlerin dönüşleri rüzgâr yönüne paralel kanatları ise rüzgâr yönüne dik çalışmaktadır. En çok tercih edilen rüzgâr türbinleri, Fotoğraf.2'de belirtilen düşey eksenli olanlardır. Fotoğraf.2'de gösterildiği üzere; düşey eksenli rüzgâr türbinleri ise rüzgâr yönüne dik ve düşey olup kanatları da düşeydir. Elektrik üretimi için şebeke bağlantılı modern rüzgâr türbinleri 3 kanatlı, yatay eksenli ve up-wind (önden rüzgârlı) türü kullanılmaktadır. Günümüzde kullanılan rüzgâr türbinleri 1,0-0,6 MW düşey eksenli olanlardır (Deniz, 2018, ss.16-17).



Fotoğraf 1: Yatay Rüzgar Santrali

Kaynak: (Enerji Portalı, 2020c).



Fotoğraf 2: Düşey Rüzgâr Santrali

Kaynak: (Teknik İçerik,2021).

Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB), 2020 yılı verilerine göre Türkiye’de; rüzgâr enerji santrallerinden üretilen elektrik ile toplam elektrik ihtiyacımızın %8,32’si karşılanmaktadır. 9305,02MW kurulu rüzgâr gücüne sahip Türkiye’de, 3591 kurulu rüzgâr türbini,206 işletilen ve 33 adet de inşa halinde RES bulunmaktadır (TÜREB, 2021).

Türkiye’de, rüzgâr enerjisinden yararlanmaya 20. yüzyılın son çeyreğinde başlanmıştır. Türkiye’de; Marmara, Doğu Akdeniz ve Ege bölgelerinin yüksek rüzgâr gücü potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Rüzgâr potansiyeli yüksek bu bölgelerde, kapsamlı çalışmalar yapılarak rüzgâr enerjisinden daha verimli faydalanmak mümkündür. Yıllık aritmetik ortalama rüzgâr hızı değerleri dikkate alındığında, Türkiye’nin en fazla rüzgâr potansiyeline sahip olan alanları kıyı bölgeleri ile dağlık alanların en tepesindeki açık araziler ve yüksek bayırlardır.

Yıllık ortalama değerlere göre, Türkiye’de kış mevsimi süresince en şiddetli rüzgâr hızı Marmara Bölgesi ile Ege bölgesindedir. EPDK’ca yapılan rüzgâr ölçümünün bölgelere göre verilerine göre, rüzgâr santrallerinin yoğun olarak tesis edildiği yerler; Rüzgâr Enerjisi Potansiyel Atlası ile uygunluk göstermektedir. Rüzgâr santrallerinin kurulduğu yerler; Marmara Bölgesinde, İstanbul, Balıkesir, Çanakkale, Ege bölgesinde ise İzmir, Manisa, Aydın; Doğu Akdeniz’de Hatay, Osmaniye ve Mersin’dir(Behçet vd.,2014,s.67).Türkiye’de, rüzgâr enerjisinden elektrik enerjisi üretimi ilk olarak 1986 yılında İzmir’in Çeşme ilçesi Altın Yunus tesislerinde kurulan 55 KW enerji üreten rüzgâr türbininden sağlanmıştır. Uluslararası alanda ise ilk olarak, yap-işlet-devret modeli ile 1998 yılında Çeşme’nin Germiyan köyünde kurulan rüzgâr türbininden elektrik üretilmiştir (Uluçam, 2016, s.7). Türkiye, rüzgâr enerjisi

yönünden önemli bir kapasiteye sahiptir. Türkiye'nin hedefi; 1998 yılında tesisine başlanan rüzgâr santrallerinin, 2023 yılına kadar ki geçen zaman zarfında toplam rüzgâr kurulu gücünün 20.000 MW'a kadar ulaşmasıdır (Behçet vd., 2014, s.68).

Ekonomik yönden, 500 KW'tan küçük türbinler kullanılmamaktadır. Genelde, küçük türbinler elektrik şebekesinin bulunmadığı yerleşim yerlerinde kullanılmaktadır. Türkiye rüzgâr enerjisinin kullanımı için elverişli olup, Türkiye'de 36 barajın ürettiği enerjinin, 10 katı kadar rüzgâr enerjisi potansiyeli olduğu düşünülmektedir. 2020 yılının son çeyreğinde, dünyada yaşanan teknolojik gelişmelerle beraber, Türkiye'de harcanması beklenen elektrik enerjisinin %10'unun rüzgâr enerjisinden sağlanması amaçlanmaktadır (Uluçam, 2016, s.6).

Tablo 2: Türkiye 2020 Yılı İtibariyle Rüzgâr Enerji Santralleri Profili

Kayıtlı Santral Sayısı	239
RES Kurulu Gücü	9305,02 MW
Kurulu Gücün Üretime Oranı	%10,80
Yıllık Elektrik Üretimi	22.691 GW
Lisans Durumu	206 Lisanslı, 33 Lisanssız

Kaynak:(TÜREB, 2021)

Tablo 2'den anlaşılacağı üzere, Türkiye'de 2020 yılı itibariyle toplam 239 adet kayıtlı rüzgâr santrali bulunmaktadır. Bunlardan 206adeti lisanslı, 33 adeti lisanssızdır. Yıllık toplam rüzgâr kurulu gücü 22.691 GW'tır.

Türkiye'de rüzgârdan elektrik üretiminde Manisa'da bulunan Soma rüzgâr santrali, 288 MW enerji üretmekte, İzmir'de bulunan Karaburun rüzgâr santrali 252MW, Afyon'da bulunan Dinar rüzgâr santrali 200 MW elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. İnşası devam eden santrallerle birlikte 1762,93 MW kapasite güç toplam kurulu güce eklenmiş olacaktır (TÜREB, 2021).

Rüzgâr enerjisi; üretim tesisleri kısa zamanda tesis edilmekte olup, insanlara iş olanağı sağlamaktadır. Rüzgâr enerjisi, yerli olup çevre ve doğal yaşama zarar vermemektedir. Atmosferik ısınmaya neden olmayan rüzgâr enerjisinin radyoaktif etkisi de bulunmamaktadır (Güler, 2005, s.209).

Türkiye'de rüzgar enerjisi santrali (RES)'ler, lisanslı ve lisanssız olarak kurulup işletilebilmektedir. 20 Ekim 2015 Tarih ve 29508 sayılı Resmi Gazete'de yer alan; *Rüzgar Kaynağına Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik* ile güvence altına alınmıştır. Bu yönetmeliğin amaç ve kapsamı,

elektrik enerjisi üretiminde rüzgar enerjisini etkin ve verimli kullanmak için rüzgar kaynağına dayalı önlisans ya da lisanssız elektrik üretimi başvurularının teknik değerlendirilmesini yaparak olumlu sonuçlandırılmış lisanslı ve lisanssız tesislerin kapasite artışları, türbin teknik özellikleri ve uygunluk durumlarını düzenlemektir.

Resmî Gazete'nin 17 Haziran 2014 Tarih, 29033 Sayılı *Rüzgâr ve Güneş Enerjisine Dayalı Ön lisans Başvuruları için yapılacak Rüzgâr ve Güneş Ölçümleri Uygulamalarına Dair Tebliğ*, Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliği kapsamında rüzgâr ölçümleri yapılarak bu ölçümlerin değerlendirilmesine ilişkin esasları belirlemektedir. Lisans başvurularında bu ölçüm sonuçlarına göre değerlendirme yapılmaktadır (Rüzgâr ve Güneş Ölçümleri Uygulamalarına Dair Tebliğ, 2014).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından güneş ve rüzgâr enerjisi, kuruluş aşamasında çevresel yönden en az tahrip edici özelliğe sahiptir. Türkiye'de, AR-GE çalışmalarına hız verilmekte ve rüzgâr enerjisi santral projeleri günden güne artış göstermektedir. Ancak, yerli şirketler rüzgâr enerji santrali kurulum işleminde fazlaca yer almadığından; yerli sermaye dış kaynaklara aktarılmaktadır (Demir ve Emeksiz, 2016, s.338).

Dünyadaki ulusal pazarlardan bağımsız olan rüzgâr enerjisi, yerli bir enerji kaynağıdır. Radyoaktif ışınım tahribatı yapmaz. Rüzgâr enerjisi santralinin, yakınında bulunan göl ve denizlerle birlikte atmosfere herhangi bir atığı yoktur. Rüzgâr enerjisi santralinin, teknolojisinin işletilmesi ve kurulması basittir. Rüzgâr türbinlerinin imalatı tek bir büyüklükte olmayıp gruplar halinde yapılmaktadır. Rüzgâr türbinlerinin tesis edilerek, elektrik üretimine başlanması 3 aylık süre zarfında tamamlanabilmektedir. Rüzgârdan üretilen enerji bedava olup, yakıt taşıma için nakliye gideri yoktur. Rüzgâr santralleri kurmak için gerekli krediler düşük faizli olarak bankalarca sağlanmaktadır (Acaroğlu, 2007, s.232).

Rüzgâr enerjisinin olumsuz etkileri ise, görüntü ve gürültü kirliliği yaratarak, kuşların ölümlerine neden olmasıdır. Rüzgâr santralleri, tesis edildikleri alandaki 3 km'lik bölgede, TV ve radyo istasyonlarında frekans bozukluğu yaratarak yayınların net olmamasına sebep olmaktadır. Günümüzde yaşanan teknolojik gelişmelere paralel olarak rüzgâr türbini üretimi geliştirilmiş olup bütün bu olumsuz etkiler azaltılmıştır (Güler, 2005, s.210).

Rüzgâr türbinleri çalışma sırasında uçak motorlarına benzer ses çıkarması nedeniyle yerleşim yerlerine yakın kurulan rüzgâr enerjisi santralleri, çok fazla gürültü yaparak rahatsızlık vermektedir. Rüzgâr türbinlerinin insanların görsel estetiğine uygun tasarlanabilmesi zordur. Rüzgâr santralleri kurulumu, yüksek maliyet oluşturduğundan uzmanlarca ciddi şekilde muhasebe hesaplaması yapılması gerekmektedir. Rüzgâr sahalarında tesis kurulmadan önce yıllık rüzgâr ölçümleri yapılması gerekmektedir. Rüzgâr santralleri; göçmen kuşların ölümüne yol açabilecek zararlar verebilmektedir (Akova, 2008, s.122).

1.3.3.6 Deniz Kökenli Yenilenebilir Enerji

1.3.3.6.1 Dalga Enerjisi

Dalga enerjisi, suyun geniş enerji potansiyelinden yararlanma imkânı sunmaktadır. Dalgaların deniz yüzeyi ve deniz altındaki basınç değişimlerinden faydalanılarak oluşan enerji çeşididir. Diğer enerji kaynaklarına göre daha güvenilir bir kaynaktır. Oluşan dalga yükseltisi, elde edilecek dalga enerjisinin temelini oluşturmaktadır. Dalga enerjisinin en büyük avantajı, her dalga yükseltisinde istenilen enerjinin elde edilebilmesidir (Kapluhan, 2014, s.67).

Dalga enerjisinden elektrik üretimi sağlayabilmek için dalga boyuna göre enerji üreten platform yerleştirmek gerekmektedir. Her dalga boyu aynı olmadığından, bu platformları standardize etmek mümkün değildir. Denize bu üretim tesisleri inşa edilirken, askeri tatbikat bölgeleri, balık av sahaları, gemi rotaları ve deniz altından geçen internet kabloları gibi sorunlu bölgelerle çakışabilmektedir (Enerji Beş, 2020).

Türkiye'de dalga enerjisinden elektrik üretimi çalışmalarına Ulusal Bor Araştırmaları Enstitüsü (BOREN) ve Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. (TEMSAN) tarafından, "Dalga Enerjisinden Elektrik Üretimi" projesi ile başlanmış olup, proje 15 Şubat 2008'de Sakarya'nın Karasu ilçesinde gerçekleştirilmiştir. Bu projeden 5 KW gücünde enerji üretimi sağlanmıştır (Altaş ve Şahin, 2019, s.46).

Bir araştırma projesi sonucunda oluşturulan *Türk Kıyı Rüzgârları ve Derin Dalga Atlası* verilerinden yararlanarak, Türk sularının kullanıma hazır yaklaşık maksimum ve minimum dalga enerjisi seviyeleri oluşturulmuştur. Buna göre, Ege ve Akdeniz bölgelerinde azami dalga enerjisi, Marmara ve Karadeniz bölgelerinde ise asgari dalga enerjisi potansiyeli bulunmaktadır (Sağlam ve Uyar, 2005, ss.2-3).

Karadeniz'in, diğer denizlere oranla daha dalgalı olduğu iddialarının aksine, Güneybatı Anadolu yönünde etkili olan Akdeniz ve Ege Denizi üzerindeki rüzgâr potansiyeli, 4-17 KW/m'lik yıllık ortalama dalga gücünde bir yoğunlaşmaya neden olmaktadır. Dalga enerjisinden faydalanmak için en uygun alan, İzmir-Antalya arası ve Dalaman- Finike arasındaki denizlerdir. Bölgesel ortalama dalga yoğunlukları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları

Bölge	Güç
Karadeniz	1.96-4.22 kWh/m
Marmara Denizi	0.31-0.69 kWh/m
Ege Denizi	2.86-8.75 kWh/m
Akdeniz	2.59-8.26 kWh/m
İzmir-Antalya	3.91-12.05 kWh/m

Kaynak: (Sağlam ve Uyar, 2005, s.3)

1.3.3.6.2 Gelgit Enerjisi

Gelgit enerjisi; Okyanus akıntısı ve gel-git nedeniyle yer değiştiren su kütlelerinden meydana gelen kinetik veya potansiyel enerjinin, elektrik enerjisine çevrilmesidir. Gel-git hareketi, güneş, ay ve dünyanın çekim kuvveti ve merkez kaç kuvvetleri arasındaki etkileşiminden oluşmaktadır. Bazı kıyı şeritleri, özellikle de nehir kıyıları, bu etkiyi yaklaşık 17 metre kadar artırmaktadır. Suyun bir haznede biriktirilip deniz yüzeyi ile hazne arasında kot farkı (yükseklik farkı) oluşturarak meydana gelen potansiyel enerjiden gel-git enerjisi oluşmaktadır (Şimşek, 2005, s.2).

1.3.3.6.3 Termal Enerji Dönüşümü Sistemi (OTEC)

İlk olarak 1881 yılında ortaya çıkan bu yöntem, soğuk derin deniz suyu ile ılık yüzey suyu arasında oluşan ısı farkını kullanmaktadır. Elektrik ve temiz su üretimini sağlamakla beraber kültür balıkçılığına izin vermesi gibi kullanım avantajlarına sahiptir. Okyanus Isısı Enerji (OTEC) sistemleri, günümüzde hibrid, açık, kapalı sistemler olarak üç şekilde kullanılmaktadır. Diğer yenilenebilir enerji kaynakları gibi yaygın olmamasının nedeni, sadece tropikal kuşaktaki bölgelerin (oğlak ve yengeç dönenceleri arasında kalan bölgelerin) okyanus ısı enerjisinden elektrik üretimi için kullanılabilir olması ve yenilenebilir kaynaklara göre tesis yapımı giderinin pahalı oluşudur (Elibüyük ve Üçgül, 2016, s.87).

1.3.3.6.4 Akıntı Enerjisi

Deniz akıntı enerjisi, boğaz akıntı sistemlerindeki kinetik enerjiden yararlanılarak elde edilmektedir. Deniz akıntıları, ay, güneş, dünya arasındaki yerçekiminden kaynaklı gel-git akıntularından meydana gelmektedir. Aynı zamanda, tuzluluk, sıcaklık etkisi ve dünyanın kendi eksenini etrafındaki dönüşünden (Koriyolis etkisi) oluşan akıntılarda mevcuttur.

Türkiye'de, İstanbul ve Çanakkale Boğazında akıntı enerjisi mevcuttur. Gemilerin geçişini etkilemeyecek, alt akıntı hızının yüksek olduğu yerlerde elektrik enerjisi üretilebilmektedir. Ancak bununda birtakım riskleri mevcuttur. Bu riskler, boğazların uluslararası su yolları olması ve alt akıntı düzeninin türbülanslı olmasıdır. Santral kurulumunu olumsuz etkileyen bu nedenlerden dolayı Türkiye'nin bu alanda herhangi bir elektrik üretimi mevcut olmayıp proje bazlı çalışmalar yürütülmektedir (İyi Mühendislik, 2020).

Akıntı enerjisi; enerji santrali yapımı maliyetiyle kıyaslandığında üretilen enerji miktarı bakımından ucuz değildir ve sadece su altına tesis edilen yapılardır. Akıntı enerjisinden elektrik üretimi, su altı akıntı türbinleri sayesinde yapılmaktadır. Su altı akıntı türbinleri düşey ve yatay eksenli olarak iki ana grupta toplanmaktadır. Yatay eksenli su altı akıntı türbinlerinin üretim kapasiteleri ve güç değerleri, diğer türbinlerden fazla olduğundan; günümüzde yaygın olarak yatay eksenli akıntı türbinlerinden enerji üretimi gerçekleştirilmektedir (Uşar, 2015, ss.3-4).

1.3.3.6.5 Osmotik Enerji

Osmotik enerji, tuzluluk değişim farkıyla ilişkili olarak yarı geçirgen zar arasındaki su moleküllerinin fiziksel hareketi sonucunda meydana gelen yenilenebilir enerji kaynağı çeşididir. Basınç gecikmeli ozmos, tuzluluk gradyanından türetilen nehir ve denizin gerekli tuzluluk farkını sağlayan nehir girişlerinde türbin vasıtasıyla osmotik basınç kuvvetlerinden enerji üretmek için kullanılan sistemdir. Osmotik güç santrallerinde, tatlı ve tuzlu su özel bir membran yardımıyla ayrılmıştır. Bu sayede, yoğunluk farkıyla oluşan tatlı suyun, tuzlu su tarafındaki basıncı yükseltmesiyle türbinlerden enerji üretimi sağlanmaktadır (Korkmaz, 2017,s.1).

1.3.3.7 Biyokütle Enerjisi

Biyoyakıtlar, hızlı gelişen dünyamızda yenilenebilir enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Biyogaz, tarımsal ürünler ve atık yağlardan üretilen benzin ve

motorinle karıştırılarak kullanılan temiz bir enerji çeşididir. Biyoyakıt çeşitleri, biyodizel ve bioetanoldür (Erdener vd., 2010, s.5). Yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyokütle enerjisi, önemli teknik potansiyele sahiptir. Biyokütle enerjisi; Karbonhidrat bileşikleri olan bitkisel ve hayvansal kökenli tüm maddeler biyokütle enerji kaynağı olarak adlandırılmakta olup, bu kaynaklardan üretilen enerji olarak tanımlanmaktadır. Yenilenebilir, her yerde yetiştirilebilen, sosyoekonomik kalkınma sağlayan, elektrik üretebilen, çevre dostu, taşıtlar için yakıt elde edilebilen, geleceği parlak bir enerji kaynağı olan biyokütle enerjisi insan hayatında önemli bir yere sahiptir (Çanka Kılıç, 2011, s.94).

Biyokütle enerjisi kaynağı olarak kullanılacak başlıca bitkiler saman, tek yıllık enerji bitkileri, arpa, buğday, sorgum, aspir, kolza, soya, hardal ve çok yıllık enerji bitkileri kamış, (tatlı darı) ve kısa zamanda büyüyen odunsu materyaller (söğüt, kavak)'dır. Türkiye için enerji değeri olan ve yetiştirilen enerji bitkileri ise; fil otu, sorgum, aspir ve dallı darıdır (Acaroğlu, 2007, s.106).

Türkiye'nin en büyük biyokütle enerjisi üretim santrali, 2020 yılının Ocak ayında Afyon'da üretime geçmiş olup, yılda 202,3 MW enerji üretmektedir. Katı atıktan elektrik üreten bu üretim santrali, "MİMSAN" tarafından kurulmuştur (Enerji Portalı, 2020b).

Biyokütle enerjilerinden olan hidrojen, doğada bileşik halde bulunmaktadır. Bundan dolayı, su gibi içinde hidrojen bulunan elementlerden başka bir enerji kaynağı kullanılarak elektrik üretilmesi gerektiğinden, üretim için büyük yatırımlar yapılması gerekmektedir. Bu yatırımlar, üretim maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır (Bozkır, 2008, s.32).

Türkiye'de, 1957 yılında başlayan biyogaz üretim çalışmaları, 1980 yılında Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü'nün proje çalışmaları ile devam etmiş olup, bu projeler uluslararası sözleşmelerle desteklenmiştir. Ancak bu çalışmalar, 1987 yılında bitmiştir (Akkoyunlu vd., 2006, s.77). Türkiye'de biyogaz enerjisinden enerji üretiminde en fazla enerji üreten santral, İstanbul Odayeri Çöp Gazı Santrali 34 MW olup, inşa halinde olan, yeni yapılacak tesislerin toplam kurulu gücü 223 MW'tır (Yılmaz, 2019, s.25). Türkiye 2019 yılı verilerine göre, biyoenerji santrali kurulu gücü 842MW, olup bu oran, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminde %1'lik payı teşkil etmektedir (IRENA,2020b).

Biyoyakıt enerjisi, bitkisel ve hayvani yakıtlardan oluşan yenilenebilir bir yakıt çeşididir. İnsan nüfusu ve besin arasında bir ilişki kurulursa, 1950 yılında dünya nüfusu 2,5 milyar iken kişi başına 0.23 hektar alan düşmekteydi. 2006 yılında ise, dünya nüfusu 6,5 milyar olduğundan kişi başına 0,11 hektara düşmektedir.2050 yılında ise dünya nüfusunun 9 milyar olacağı öngörülerek, bu alanın 0,06 hektara düşeceği tahmin edilmektedir. Besin veriminin de hızlı bir düşüş göstererek artmayacağı anlaşılmaktadır. Biyogaz enerjisinin kullanımının, kaynak ve rezerv sorununu düşürme, çevre kirliliği ve iklim değişikliklerini azaltma, ülkelerin öz kaynaklarından faydalanma, kaynak çeşitliliği fırsatları sunma, enerji arz ve talep güvenliği sağlama, sürdürülebilir kalkınmayı devam ettirme ve ekonomik getiriler kazandırma gibi olumlu etkileri bulunmaktadır (Bozkır, 2008, s.32).

Biyodizel üretimi, II. Dünya Savaşı ve 1970'lerde yaşanan petrol dar boğazı sonrası artmıştır. Fakat bitkisel yağların yakıt olarak kullanılabilmesi ilk olarak 1900'lü yılların başında Dr. Rudolf Diesel tarafından bulunmuştur. Dr. Diesel'in icat ettiği motor, bütünüyle yer fıstığı yağıyla çalışmaktadır. Dr. Diesel, bitkisel yağlarla beslenen motorların petrole olan bağılılığı ortadan kaldırarak, tarımın gelişmesine katkı sağlayacağını bildirmiştir. Ancak, o dönemlerde petrol sorunsuz bir sektör olduğundan ilgi görmemiştir. Dr. Diesel'in 1913 yılında icat ettiği motor, "dizel" olarak adlandırılmış ve gerekli düzenlemeler yapılarak petrol yakıtıyla beraber çalışabilecek duruma getirilmiştir. Petrolün çevreye verdiği zararı bilen insanoğlu, biyodizele olan ilgiyi artırmıştır.

Biyodizel, alternatif enerji kaynaklarından elde edildiğinden tükenme durumu bulunmamaktadır. Üretiminde, atık bitkisel ve hayvansal yağlardan yararlanılmaktadır. Aynı zamanda, kimyasal bakımdan dizel yakıtlara da benzediğinden herhangi bir dizel aracın yakıt deposuna direkt konulmaktadır. Yüksek alevlenme noktası sayesinde güvenle depolanıp taşınabilmektedir. Ayrıca, yakıt olarak petrol mazotunun kullanıldığı jeneratör ve ısıtma sistemlerinde de kullanılmaktadır. Yağlı tohum bitkilerinden elde edilen biyodizelin üretim maliyeti yüksektir. Bu maliyet atık yağ kullanımı ile düşürülmektedir. Biyodizel üretiminden meydana gelen gliserin ve küspe gibi yan ürünlerin pazarlanması da üreticinin gelirini yükseltecek önemli bir etkidir. Gelişmiş ülkelerin çoğu vergi indirimiyle biyodizel kullanımını teşvik etmekte ayrıca çevre bilinci olan tüketicilerde, pahalı olsa da biyodizel kullanılmaktadır (Erdener vd., 2010, s.8).

1.4 Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Politikası

Türkiye'de, enerji tüketiminde doğalgaz birinci sırada yer almakta olup doğalgazı petrol takip etmektedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TUIK) 2020 yılı Ekim ayı verilerine göre, 2019 yılının aynı dönemine göre, Türkiye'nin enerji ithalatına ödediği miktar %37,2 azalarak 2 milyar 92 milyon dolara inmiştir. Bu düşüş, yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminin artmasının yanında dünyada petrol fiyatlarının düşmesinden kaynaklanmaktadır (TUIK, 2020).

Türkiye gelişmekte olan bir ülke olduğundan, enerji yatırımlarına önem vermektedir. Yenilenemez enerji kaynakları kullanımından kaynaklanan yabancı ülkelere olan bağımlılık ve bu kaynakları satın almak için harcanan dövizle beraber cari açık artmaktadır. Ayrıca, bu enerji kaynaklarından elektrik üretimi esnasında çevreye zarar verildiğinden, çevre sorunları oluşmaktadır. Bu sorunları önlemek için Türkiye, yenilenebilir enerji kaynaklarından etkin ve verimli şekilde enerji üretimi sağlamak amacıyla çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmaları yürütmek için, yenilenebilir enerji politikaları oluşturulmuştur (Şahin, 2019,s.82).

1.4.1 Enerji ile İlgili Kurumsal Yapılar

Türkiye'de enerji ile ilgili kurumsal yapılar; Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı olup bu Bakanlıkla ilişkili kuruluşlardır. Bunlar, Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü (MTA), Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG), Elektrik Üretim A.Ş. (EÜAŞ), Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Genel Müdürlüğü (TEİAŞ), Türkiye Elektrik Dağıtım A.Ş. (TEDAŞ), Boru Hatları ile Petrol Taşıma A.Ş. Genel Müdürlüğü (BOTAŞ), Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü (TPAO), Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü (TKİ), Türkiye Taşkömürü Kurumu Genel Müdürlüğü (TTK), Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü (Eti Maden), Türkiye Elektromekanik Sanayi A.Ş. (TEMSAN), Türkiye Enerji Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK), Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu (EPDK), Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK)'dur (ETKB, 2020h) .

1.4.2 Enerjide Yasal Yapı

Türkiye'de enerji, Elektrik Piyasası Kanunu 30.03.2013 Tarih, 28603 Sayı ve 6446 Kanun numarasıyla Resmî Gazetede yayımlanmıştır. Bu kanunun amacı, elektriğin yeterli, sürekli ve kaliteli olarak kullanıcılara sağlanarak şeffaf ve bağımsız bir enerji piyasasının oluşturulmasıdır. 2.11.2013 Tarih ve 28809 Sayılı Resmi

Gazetede yer alan; *Elektrik Piyasası Lisans Yönetmeliğinin* amacı ise lisanslandırma uygulamalarına ilişkin sorumlulukların yerine getirilmesidir. 12.05.2019 Tarih, 30772 Sayılı Resmi Gazetede yer alan *Elektrik Piyasası Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliğinin* amacı, küçük ölçekli üretim kaynaklarının etkili kullanılması ve elektrik şebekesinde oluşan kayıpların giderilmesi için lisans alma yükümlülüğü olmadan gerçek ve tüzel kişilere uygulanacak usul ve esasları belirlemektir (EPDK, Elektrik Piyasası Mevzuat Listesi).

Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile ilgili en önemli mevzuat ise, 18.5.2005 Tarih 5346 Sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun*'dur. Bu kanunun amacı; yenilenebilir enerji kaynaklarını korumak ve bu kaynaklardan üretilen elektrik enerjisinin belgelendirilerek kullanımına ilişkin usul ve esasları belirlemektir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili çıkarılan, *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik*, yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin özendirilmesi için üretim lisansı sahibi tüzel kişilere, Yenilenebilir Enerji Kaynak Belgesi verilmesini kapsamaktadır. *Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği* ise, kamu ve hazine taşınmazlarıyla özel mülkiyete konu taşınmazlarda, büyük ölçekli Yenilenebilir Enerji Kaynak alanları (YEKA) oluşturarak bu alanların etkin ve verimli şekilde kullanılmasının sağlanması ve yatırımcılara tahsisi ile yatırımların hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesini amaçlamaktadır. Aynı zamanda, yenilenebilir enerji kaynakları üretimi için gerçekleştirilen ekipmanın yurtiçinden karşılanmasını teşvik etmektedir (EPDK, 2020).

1.4.3 Yenilenebilir Enerji Tesislerine Uygulanan Teşvikler

GES, HES, BES, RES yatırımlarında, Türkiye 6 bölgeye ayrılmıştır. 1. ve 2.bölgelerde 1.000.000 TL ve 3.4.5. ve 6. bölgelerde ise 500.000 TL asgari bütçeli yatırımlara teşvik verilmektedir. Buna göre, GES yatırımlarında güneş panellerinin yerli üretim olma zorunluluğu vardır. KDV istisnası ve Gümrük Vergisi muafiyeti, bu cins yatırımlar yapan şirketlere tanınmıştır (YEGM, 2014, s.30).

10 Mayıs 2005 Tarih, 5346 Sayılı *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Kanununda* belirtildiği üzere, bu tesislerden üretilen enerji için devlet tarafından fiyat desteği ve enerji alım garantisi verilmektedir. Bunun yanında, yenilenebilir enerji kaynağından elektrik üretimi sağlanması için üretim tesislerinin orman ve hazine arazilerine

kurulması durumunda, tesislere %50 oranında arazi indirimi sağlanmaktadır (Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Elektrik Üretilmesine İlişkin Kanun, 2005).

1.4.4 Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile İlgili Stratejik Hedefler

1.4.4.1 Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı (YEPP 2011-2023)

Türkiye, Avrupa Birliği'ne aday ülke olduğundan, birliğe katılım amacıyla çalışmalar yapmaktadır. Avrupa Birliği, aday ülkelerde yenilenebilir enerji konusuna önem vermektedir. Bu kapsamda, birlik aday ülkelere yürürlüğe koyduğu; Yenilenebilir Enerji Direktifine göre, 30 Haziran 2010 tarihine kadar Avrupa Komisyonuna sunulmak üzere; *Ulusal Yenilenebilir Enerji Eylem Planı'nın* hazırlanmasını istemiştir. Bu amaçla Türkiye, *Ulusal Yenilenebilir Enerji Stratejisi*'ni hazırlamıştır. Bu plana göre, 2011-2023 yıllarında, tükenir enerji kaynaklarında %90'lık azalış olacağı tahmin edilmektedir. Bundan dolayı yeni üretim yatırımlarının yapılarak, enerji üretiminin çeşitlendirilmesi gerektiği açıklanmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminin teşvik edilerek, 2023 yılına kadar Türkiye'nin yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretim kapasitesinin %30'a ulaşması öngörülmektedir (Şahin, 2019, s.82).

1.4.4.2 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın 2015-2019 Stratejik Planı

Türkiye'de nüfusun artması, hızlı kentleşme ve üretim artışı sonucu refah düzeyi de artmıştır. Bununla beraber, tükenir enerji kaynaklarından enerji kullanımı ile yabancı ülkelere enerji alımı da artmıştır. Bundan dolayı, Türkiye enerjide dışa bağımlılığı azaltmak için stratejiler geliştirmiştir. ETKB'nin 2015-2019 Stratejik Planında, enerji verimliliği ve güvenliği, doğal kaynakların etkili kullanılması ve enerji üretiminde enerji çeşitliliğinin sağlanması konuları vurgulanmıştır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminin artırılmasının gerekliliğinden bahsedilmiştir. Bu kapsamda, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminin teşviki için, YEKDEM oluşturulmuştur. Bununla beraber, ekonomik teşvikler ve finansman sağlanmasının gerekliliği vurgulanmış, enerji üretimini takip etmek için sistem kurulmuştur. Doğal kaynaklardan enerji üretimi için, jeotermal saha aramalarına önem verilmiştir. Kamu ve hazine arazilerinde elektrik enerjisi üretimi için uygun alanlar bulunmasının öneminden bahsedilmektedir. Isı enerjisinden elektrik üretiminde, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji payının artırılmasının önemi vurgulanmıştır (ETKB, 2015-2019 Stratejik Planı,s.42).

1.4.4.3 Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2019-2023 Strateji Planı

Bu planda, yenilenebilir enerji kaynaklarından 2023 yılı için elektrik üretimini ve kullanımını sağlamak için hedefler belirtilmiştir. Bu kapsamda, artan nüfusla beraber elektrik tüketiminin 2023 yılına kadar artacağından yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin maksimum düzeyde sağlanması amaçlanmıştır. Stratejik plana göre, Türkiye'de 2023 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretiminin toplam enerji üretimindeki payının %65 seviyesine çıkarılması amaçlanmaktadır. Bununla beraber, CCUS (Karbon yakalama, kullanımı ve saklanması) ve IGCC (Entegre Gazlaştırma Kombine Çevrimi) teknolojilerine ilişkin uluslararası alanda iş birliğinin sağlanması amaçlanmıştır. Plana göre, lisanssız elektrik üretim mevzuatı 2020 yılında tamamlanmıştır. Elektrik enerjisi depolanmasıyla ilgili yönetmeliklerin ise, 2022 yılında tamamlanması beklenmektedir. Bu stratejik planın ana hedefleri; sürdürülebilir enerji arz güvenliğinin sağlanması, enerji verimliliğinin önceliklendirilmesi ve artırılması, kurumsal ve sektörel kapasitenin güçlendirilmesi, enerji ve tabii kaynaklar alanında teknoloji geliştirme ve yerleştirme, piyasalarda öngörülebilirliği artırma, sürdürülebilir madencilik ve üretim kapasitesinin artırılmasıdır (ETKB, 2019-2023 Stratejik Planı, ss.22-25).

1.5 Enerji Verimliliği

Enerji verimliliği ile ilgili çalışmalar, 1980'li yılların ilk yarısında başlamış olup Elektrik İşleri Etüt İdaresince yürütülmüştür. 2007 yılında yürürlüğe giren *Enerji Verimliliği Kanunu*, enerji verimliliğine önem verildiğinin göstergesidir. 2011 yılında, Elektrik İşleri Etüt İdaresi Müdürlüğü faaliyetini tamamlamış yerine, 2 Kasım 2011'de Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü (YEGM) kurulmuştur. Bu Genel Müdürlük, (27 No'lu Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi-10 Ocak 2019 ile) Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Verimliliği ve Çevre Dairesi Başkanlığı olarak yeniden yapılandırılmıştır. Yapılan bu yenilikle beraber enerji verimliliği konusunda yapılan faaliyetlerin daha etkili ve işlevsel şekilde yerine getirilmesi hedeflenmektedir (TMMOB, 2020, s.368).

1.5.1 Enerji Verimliliğinin Tanımı ve Kapsamı

Enerji verimliliği, bir işin özelliği ve kalitesinden ödün vermeden daha az enerjiyle yapılmasıdır. Sürdürülebilir tüketim ve üretim gibi, sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Enerji verimliliği; enerjide arz güvenliği ile dışa bağılıktan kurtulmayı sağlamaktadır. Bununla beraber, enerji üretim

maliyetlerini düşürerek, çevrenin korunmasının yanında küresel ısınma ile mücadele etkinliğini artırmaktadır. Günümüzde, gelişmiş teknolojiler kullanılarak atıklar değerlendirilmekte, üretim düşmeden enerji talebi azaltılmaktadır. Enerji verimliliği; daha verimli enerji kaynaklarının kullanımıyla beraber gelişmiş endüstriyel süreçler ve enerji geri kazanım yöntemleriyle gerçekleştirilebilecektir. En ucuz enerjinin verimli kullanım sonucu tasarruf edilen enerji olduğu, yaygın olarak kabul gören bir düşüncedir. Bu sayede, ek kaynak kullanılmadan enerji tasarrufuyla doğal çevrede korunmuş olacaktır (Hekimci, 2012, s.14).

1.5.2 Türkiye'de Enerji Verimliliğine Yönelik Kamu Politikaları

Enerji, çoğu sektörde ana girdi kaynağını oluşturmaktadır. Üretimde birim maliyetlerin azaltılarak ucuz girdiyle daha ucuz ve kaliteli ürünler üretildiğinde dünya ile boy ölçüşebilir bir duruma ulaşılabilecektir. Enerjinin, sağlıklı, sürekli, kaliteli, güvenli ve kesintiye uğramadan tüketicilere ulaştırılması, enerji verimliliğine olumlu katkı sağlamaktadır. Enerji arz ve talebinde hem iç piyasada hem de uluslararası alanda rekabet sürekli olmalıdır. Dünyada, birincil kaynaklardan üretilen yakıtların kullanılmasından dolayı ortaya çıkan çevre kirliliği ve iklim değişikliği nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik üretimi sağlanması gerekliliği ortaya çıkmıştır (Kızılkaya, 2004, s.200).

Enerji verimliliği artırılarak kazanılan enerji, yatırımlarla kazanılacak enerjiden daha önemlidir. Çünkü enerji yatırımları ile üretilen enerjinin maliyeti, yüksek ve uzun vadeli olacaktır. Enerji verimliliğinden oluşan enerji, daha ucuz ve kısa zamanda sağlanmaktadır (Safi, 2007, s.83).

Çok fazla enerji tüketimi tek başına önem arz etmemektedir. Önemli olan, enerjiyi verimli, etkin, tasarruflu kullanarak az enerji tüketimiyle çok üretim faaliyeti gerçekleştirmektir. Türkiye'de enerjinin kişi başına düşen kullanımına bakıldığında, enerjinin sınırlı ve tasarruflu kullanıldığı ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, enerji yoğunluğu fazla olduğundan enerji az kullanılıp verimli bir şekilde kullanılmamaktadır (Çimen, 2001, s.27). Enerji verimliliği konusunda Türkiye'nin en önemli mevzuatı ise 5627 numaralı *Enerji Verimliliği Kanunu*'dur. Bu kanun ile enerji verimliliği konusunda bir dönüşüme girilmiştir. Kanunun amacı, enerji kullanımında ve enerji kaynaklarında verimliliğin artırılması olarak belirtilmiştir (Enerji Verimliliği Kanunu, 2007).

Türkiye; 24 Mayıs 2004'te Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne, 2009'da da Kyoto Protokolüne taraf olmuştur. Bu küresel düzenlemelerle enerji verimliliği ve iklim değişikliği konularında ulusal tedbirler alınmış olup, bu tedbirler kanun ve yönetmeliklerle düzenlenmiştir. Türkiye, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine taraf olmadan önce 2001 yılında, 2001/2 sayılı Başbakanlık Genelgesi ile İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu'nu oluşturmuştur. Bu kurulun amacı, iklim değişikliği alanında izlenecek politikalarla beraber, alınacak önlemler ve stratejik belgelerle yapılacak çalışmaların belirlenmesidir (Özmen, 2009, ss.45-46). Bu kurul, 2013 yılında yeniden yapılandırılarak, İklim Değişikliği ve Hava Yönetimi Koordinasyon Kurulu adını almıştır.

Paris İklim Zirvesi sonrasında 12 Aralık 2015'te yapılan Paris Anlaşması, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu 196 ülke tarafından imzalanarak kabul edilmiştir. Paris Anlaşması sonucunda, anlaşmayı kabul eden tüm ülkeler emisyon azaltımı uygulamasına geçmiştir. 2050 yılı sonrasında gelişmiş ülkelerin sıfır emisyon sağlayacak düzeye gelmeleri öngörülmüştür. Sanayi devriminden günümüze kadar, küresel ısınma sonucunda, dünyada oluşan 1 derecelik ısınmanın, 1,5 derecede tutulmasına karar verilmiştir. Gelişmiş ülkelerin, gelişmekte olan ülkelere düşük karbonlu iklime dirençli olmayı sağlayacak iklim finansmanı desteği sağlamaları ve ülkelerin emisyon azaltımları ile ilgili belirlemiş oldukları hedeflerin şeffaf, erişilebilir ve hesaplanır bir şekilde yapılmasına ve iklim değişikliğinden en fazla etkilenen fakir ülkelerin desteklenmelerine karar verilmiştir (Karakaya, 2016, ss. 2-3).

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından hazırlanan; 2010 ve 2020 yıllarındaki iklim değişikliği ile ilgili Türkiye'nin stratejisini belirlemiş olduğu bir diğer belge ise; "Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi"dir. Söz konusu belgede, enerji verimliliğinin yaygınlaşması ile iklim değişikliği ile mücadelede temiz ve yenilenebilir enerjinin kullanımının artırılmasının sağlanması öngörülmektedir (Ulusal İklim Değişikliği Strateji Belgesi, 2010).

ETKB tarafından hazırlanan, 2012 ve 2023 yıllarını kapsayan *Enerji Verimliliği Strateji Belgesi* ise; Türkiye'nin enerji verimliliği hedeflerine ulaşmak için yapılan eylem planlarından oluşmaktadır. Bu belge; Türkiye'de bina, ulaştırma ve sanayi sektörlerinde enerji verimliliğinin sağlanmasına yönelik stratejik rehber ilkeleri ve eylemleri sunmaktadır. Bu belge ile enerji verimliliğinin artırılması, enerjinin

bilinçsiz kullanımının ve israfının önlenmesi, hem sektörel bazda hem de makro düzeyde enerji yoğunluğunun düşürülmesi amaçlanmaktadır (Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, 2012).

Türkiye’de beş yıllık kalkınma planlarında da enerji verimliliği konusuna yer verilmiştir. Kalkınma Planları, 2011 yılına kadar Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından hazırlanmıştır. DPT 3.6.2011 Tarih, 641 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile T.C. Kalkınma Bakanlığı'na bağlanmış olup, bu tarihten sonra hazırlanan kalkınma planları, T.C. Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlandı. 2018 Türkiye genel seçimleri sonrası ise Kalkınma Bakanlığı ile Maliye Bakanlığının Bütçe ve Mali Kontrol Genel Müdürlüğü birleştirilerek Cumhurbaşkanlığı bünyesinde Strateji ve Bütçe Başkanlığı oluşturuldu.

Hazırlanan ilk dört Kalkınma Planında "Enerji Verimliliği" alanında konulara yer verilmemiştir. 1985-1989 yıllarını kapsayan; 5. Beş Yıllık Kalkınma Planında ise, enerji tasarrufu sayesinde uzun dönemde enerji verimliliğinin artırılarak dağıtımdan kaynaklı enerji kaçaklarının azaltılması amaçlanmıştır. Bununla beraber, enerji kaynaklarının etüt proje aşamasından, enerji üretimine kadar geçen zamanda enerji tasarrufu sağlanması amacıyla kamuoyunun eğitilerek bilgilendirilmesi öngörülmektedir (V. BYKP, 1984).

1990-1994 yıllarını kapsayan, 6. Beş yıllık kalkınma planında, enerji verimliliğinin sağlanması için teşvik politikası oluşturularak, araştırma geliştirme ve teknolojiye dayanarak yararlanılmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Bu planda, ekonomik ve sosyal kalkınmanın desteklenmesi amaçlanmıştır (VI. BYKP,1989).

1996-2000 yıllarını kapsayan, 7. Beş yıllık Kalkınma planında, yurtiçinde kullanılan enerji kaynaklarının kalite olarak yeterli seviyede olmaması, maliyetlerinin fazla olması ve dışarıdan alınan enerji için fazla miktarda döviz harcandığından enerji kullanımını artışıyla beraber çevre problemi konularından bahsedilmiştir. Bu plan döneminde, enerji verimliliğinin artırılması önem kazanmış olup, bunun gerçekleştirilmesi için enerji tasarrufu projeleri oluşturulmuştur (VII. BYKP, 1995).

2001-2005 yıllarını kapsayan, 8. Beş Yıllık Kalkınma Planında; teknolojik gelişme, ekonomik kalkınma ve büyümenin etkisiyle, Türkiye'nin refah düzeyinin artırılması hedeflenmiştir. Türkiye, bu plan döneminde enerjide dışa bağımlı bir ülke olduğundan, enerjinin verimli kullanılması ülke hedefleri arasında yer almaktadır. Bu

hedefin gerçekleştirilmesi için, enerji tüketiminin mümkün olan minimum seviyede tutulması vurgulanmıştır (VIII. BYKP, 2000).

2007-2013 yıllarını kapsayan 9. Beş Yıllık Kalkınma Planında, enerji talebi karşılanırken çevresel zararların minimize edilmesi ve enerji üretiminden tüketimine kadar geçen zaman diliminde enerjinin etkin, verimli ve tasarruflu kullanılması hedeflenmiştir. Ayrıca yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarından, enerji üretim payının maksimize edilmesinin öneminden bahsedilmiştir (IX. BYKP, 2006).

10. Beş Yıllık Kalkınma Planında (2014-2018) ise, Türkiye'nin gelişmiş ülkelere nazaran enerji yoğunluğunun azaltılarak, bu alanda yapılacak iyileştirmelerle enerji verimliliğinin artırılması amaçlanmıştır. 2012 yılında, ETKB.'ca yayınlanan, *Enerji Verimliliği Strateji Belgesi (2012-2023)* baz alınarak enerji verimliliğini artırmak için yapılacak çalışmalar belirlenerek, mevcut ve örnek uygulamaların kamuoyunda paylaşılmasının önemi ifade edilmiştir (X. BYKP, 2013).

2019-2023 yılları arasındaki kalkınma faaliyetlerini belirleyen, 11. Beş Yıllık Kalkınma Planında, kalkınma ajansları yapılandırılarak, enerji verimliliğine öncelik verilmesi, ve imalat sanayinde verimliliğin artırılmasının sağlanması amaçlanmıştır. Enerji verimliliği uygulamalarının tanıtımının yapılarak, geniş kitlelere yaygınlaştırılması sağlanacak, bu amaçla hazırlanacak projelerle ilgili yarışmalar yapılacaktır. Ayrıca, elektrikli makine ve beyaz eşya alanında, enerji verimliliğini artırıcı faaliyetler gerçekleştirilerek, enerji verimliliğini sağlayan ürünlerin, yerli üretim pazarında sunulması hedeflenmiştir. Orman emvalinin artırılarak, ağaçlandırma sahalarının oluşturulması ile sera gazı salınımını azaltacak önlemler alınmasının, enerji verimliliğini artıracığı belirtilmiştir (XI. BYKP, 2018).

ETKB tarafından 2014'te yayımlanan; 2015-2019 yıllarını kapsayan "Stratejik Plan"da enerji verimliliğine ait 8 adet konu başlığı belirlenmiştir. Bu planda, enerji verimliliği ve enerji tasarrufunu sağlayan temel amaçlar, enerji verimliliği ile gelişmiş kapasite kullanımı, optimum kaynak çeşitliliği, etkin talep yönetimi, güçlü ve güvenilir enerji alt yapısı oluşturma konularının öneminden bahsedilmiştir (ETKB, 2014).

ETKB.; *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı'nda* ise, Avrupa Birliği'nin 2012/27/AB Sayılı direktifi kapsamında, üye ülkeler enerji verimliliği ile ilgili ulusal faaliyet planlarını hazırlamakla yükümlü tutulmuşlardır. Türkiye, Avrupa Birliği ile uyum kapsamında uyum süreçleri ile ilgili protokol imzaladığından dolayı; enerji

verimliliği ile ilgili, 2017 ve 2023 yıllarını kapsayan "Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planını" hazırlamıştır. Bu eylem planında, enerji, ulaştırma, bina ve hizmetler, sanayi ve teknoloji, tarım ile ilgili alanlarda toplam 55 adet faaliyet yapılması ve Türkiye'nin 2023 yılında fosil kaynaklardan enerji tüketimini, 2016 yılına göre %14 oranında azaltması hedeflenmiştir (Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, 2017).

1.5.3 Enerji Verimliliğinin Gerekliliği ve Önemi

Avrupa Birliği ülkelerinde; Enerji Stratejisi kapsamında, enerji verimliliği politikalarının hazırlanması ve enerjiyi verimli kullanmak için geliştirilen teknolojiler sayesinde, enerji talebi ile verimlilik artışları yaşanmıştır. Dünyada sanayi ve imalat sektöründe yaşanan teknolojik gelişmelerle beraber enerji verimliliği artmıştır (TMMOB,2020,ss.366-367).

Türkiye'de enerji verimliliği ile ilgili olarak 2018 yılında ETKB tarafından hazırlanan "Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı"nda, Türkiye için bu kapsamda yapılacak faaliyetler belirlenmiştir. Bu plana göre, Türkiye'nin 2023 yılında tüketir enerji kaynaklarından enerji tüketiminin %14 oranında azaltılması amaçlanmıştır (TMMOB,2020,s.368).

Binalarda enerji verimliliğinin sağlanması için, yeni yapılacak binaların ısı yalıtımlarını iyileştirerek, güneş enerjisinden daha fazla yararlanılacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Binaların kaliteli yalıtım malzemeleriyle kaplanması ile binalarda yüksek verimli ısıtma ve soğutma tesisatlarının kullanılması sayesinde atık ısı geri kazanılmaktadır.

Enerji verimliliğinin etkinliğini ve enerji bilincini artırmak için, halkın ve sivil toplum kuruluşlarının bilgilendirilmesi önemlidir. Bu kapsamda, enerji verimliliği ile ilgili faaliyetlerin gerçekleştirilmesi yasa ile öngörülmüştür. Her yıl Ocak ayının ikinci haftasında Enerji Verimliliği Haftası etkinlikleri düzenlenmektedir. Enerji verimliliği alanında; Milli Eğitim ve Milli Savunma bakanlıklarınca, örgün ve yaygın eğitim kurumları ile kamu kurum ve kuruluşlarının hizmet içi seminerlerinde gerekli düzenlemeler yapılarak personelin eğitilmesi gerçekleştirilmiştir.

TV ve radyo programlarında enerji verimliliği kapsamında, film ve çizgi filmlerin gösterilmesi kanunda bahsedilen etkinliklerdendir. Aynı zamanda, mühendislik odalarınca enerji verimliliği ile ilgili seminer ve konferanslar düzenlenerek halkın bilinçlendirilmesi sağlanmaktadır. Bu kapsamda; Günlük

Yaşantımızda Enerji Verimliliği Kılavuzu isimli broőür, halka dağıtılmaktadır (TMMOB, 2020, ss.368-370).

2. İKİNCİ BÖLÜM

SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA VE ENERJİ

Bir şeyin devam etmesi veya ettirilmesi anlamına gelen sürdürülebilirlik, şimdiki ve gelecek zamanı içerisinde barındıran bir kavramdır. Ekonomi ile bağdaştırıldığında, amacı kâr elde etmek olan, geleneksel kalkınma kuramlarının aksine, sürdürülebilirliğin hedefi, dünyanın mevcut kaynaklarını koruyarak, bu kaynakların gelecek nesillere ulaştırılmasını sağlamaktır (Karabıçak ve Özdemir, 2015, s.45).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, ilk defa 1972 yılında Stockholm’de gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı’nda ortaya çıkmış sonrasında, 1987 yılında yayınlanan Ortak Geleceğimiz raporunda, günümüzde kullanılan tanımı yapılmıştır. Ekonomik, sosyal ve çevresel boyutu olan sürdürülebilir kalkınma, “gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğini ortadan kaldırmaksızın, şimdiki neslin ihtiyaçlarının karşılanması” olarak tanımlanmaktadır (Engin ve Akgöz, 2013, s.85).

İnsanların en temel gereksinimleri olan sağlık, barınma ve beslenme arasında yer almayan enerji, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal, çevresel, ekonomik faktörlerinin merkezinde bulunmaktadır. Çevre dostu enerjinin kesintisiz, istenilen miktar ve kalitede, ödenebilir bir biçimde arzının devamlı olması, sürdürülebilir kalkınmanın başlıca koşuludur (İşeri ve Özen, 2012,s.163).

Petrol, kömür, doğal gaz gibi birincil yakıtların kullanımıyla beraber atmosferde karbondioksit ve sera etkisi yapan gazların miktarı artış göstermektedir. Bu gazlar çevreye zarar vermektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, miktarlarının sınırlı olmaması, çevreye daha az zarar vermeleri ve sürdürülebilir olmaları nedeniyle, fosil yakıtlardan daha avantajlıdır (Seydioğulları, 2013, s.25).

Sürdürülebilir kalkınmanın iki önemli özelliği vardır. Bunlardan birincisi, insanların temel ihtiyaçlarını karşılamak, ve onları belirli bir refah düzeyine taşımak için enerjiden yararlanmanın gerekliliğidir. İkincisi ise, yaşam kalitesinin belirli bir seviyede korunması sağlanarak, gelecek nesillere ekosistemi bozmadan temiz bir doğal çevre bırakmaktır. Bu iki önemli etken, sürdürülebilir enerjinin ana kavramı olan enerjiiyi, etkin ve verimli kullanarak, enerji üretiminde yenilenebilir enerjiden faydalanmanın önemini ortaya çıkarmaktadır (Algan, 2001, s.358).

Sürdürülebilir kalkınmadaki en önemli etken enerjidir. Enerji üretimiyle güçlü bir kalkınma sağlanabilmektedir. Stratejik bakımdan önemli hale gelen enerji, ülkelerin gelişmelerinde rol oynamaktadır. Enerji kaynaklarının büyük bir bölümü, niteliği nedeniyle yeniden kullanılamamaktadır. Bundan dolayı, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına ilişkin, araştırma ve teknolojik çalışmalar artırılmalıdır. Sürdürülebilir enerji yaklaşımı, ihtiyacımız olan enerjinin asgari maliyetle, sürekli olarak teminini sağlayan sürdürülebilir enerji, politika ve teknolojik uygulamaları içermektedir (Adaçay, 2014, s.88).

Enerji ve çevre alanında, uluslararası alanda yapılan düzenlemeler içinde, 1992'de Rio'da gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansında, kabul edilen belgeler arasında "Gündem 21" önemlidir. Gündem 21'in ana başlıklarını; "Enerji kullanımı ile çevre ve yaşam kalitesinin geliştirilmesi süreçleri oluşturmuştur". Bunun için kaynakların korunması, arazilerin kullanımında sürdürülebilirliğin sağlanması, kuraklık ve erozyonla mücadele, doğal kaynakların korunması, önem arz etmektedir. Gündem 21'e göre; sera ve diğer gazların atmosferde kontrol edilmesi gerekmektedir. Buna göre, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimine önem verilerek, çevreye duyarlı ve çevre dostu enerjinin üretimi teşvik edilmektedir (Aksu, 2011, s.15).

Türkiye'de, Çevre ve Orman Bakanlığı'nın teknik desteğiyle, Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı'nın eşgüdümünde, Dünya Bankası'nın finansmanıya, 1998'de yayımlanan "Ulusal Çevre Stratejisi Eylem Planı" (UÇEP), bir bakıma Gündem 21'in amaçlarını kapsayan hedefler içermektedir. UÇEP, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma alanında uluslararası sorumluluklarını gerçekleştireceği, strateji belgesi durumundadır. Türkiye'nin, sürdürülebilir kalkınma alanında, uluslararası sorumluluklarını göstermek amacıyla yapılan bir diğer çalışma *Ulusal Gündem 21*'dir. UÇEP'ten iki yıl sonra tamamlanan; *Ulusal Gündem 21* belgesinin tüzel bakımdan bir bağlayıcılığı bulunmamaktadır (Ataman, 2007, s.61).

1992 yılında *Gündem 21* ile benimsenen hedefler, 2002 yılında Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesinde (Johannesburg) kabul edilen belgelerle güncelleştirilerek yeniden düzenlenmiştir. Zirvede; içinde Türkiye'nin de bulunduğu ülkelerce üç temel belge kabul edilmiştir. Bunlar; Siyasi Bildirge, Uygulama Planı ve Yenilenebilir Enerji Bildirgesi'dir (Ataman, 2007, s.62).

2.1 Sürdürülebilir Kalkınma ve Yenilenebilir Enerji

Enerji ihtiyacını karşılayabilmek için, kolayca ulaşılabilen ve dönüştürülebilir enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Bu nedenle, enerji üretiminde ilk sırada hidrokarbon kaynaklar olan petrol, doğalgaz, kömür ve nükleer enerji gelmektedir. Bu kaynaklar, fosil cinsi olduğundan, tüketildiğinde yerine konması uzun zaman almaktadır. Fosil kaynaklar kullanıldığında, çevreye verdiği zararlardan dolayı oluşturduğu tahribat, onarılamaz duruma gelmeye başlamıştır. Bundan dolayı, hidrokarbon enerji kaynaklarından, büyük miktarda faydalanan insanoğlu, gelecek konusunda kaygılanmaya başlamıştır.

Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının önemi ortaya çıkmıştır. Dünyada nüfus hızlı bir şekilde artmaktadır. Nüfusla beraber doğru orantılı olarak enerji ihtiyacı da artmaktadır. Devletler politikalarını enerji ihtiyacına göre belirlemekte, bunu da diğer ülkelerle savaş nedeni veya müzakere yoluyla iş birliği şeklinde kullanmaktadır (Baş ve Demir, 2020, s.809).

19. yüzyılın başlarında dünya genelinde birincil (tükenir) yakıtlar ucuz ve rahat şekilde tüketicilere sunulmuştur. 1973 petrol kriziyle, tükenir enerji kaynakları konusunda güvensizlik olduğundan, dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgi artmış, 1980'li yıllarda petrol fiyatları inmesine rağmen, petrole bağlı enerji tüketimi riskli bulunmuştur. Günümüzde artan petrol ve doğalgaz fiyatlarıyla beraber, enerji güvenliğinin sağlanmasının öneminden dolayı, enerji çeşitlendirmesine gidilmiştir. (Seydioğulları, 2013, s.20).

Fosil enerji kaynaklarının tüketilmesi ile atmosfere salınan sera gazı ve karbondioksitin etkisiyle, iklimler değişerek küresel ısınma meydana gelmiştir. Nükleer enerjide, kaza riski olasılığının gerçekleşmesi sonucunda, içinden çıkılmaz felaketler oluşacağı aşikardır. Bu nedenlerden dolayı dünyada, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmıştır. Doğal yaşamın korunması, sürdürülebilirlik açısından, yenilenebilir enerji kullanımının önemini artırmıştır. Fosil kaynaklar, bir taraftan enerjide dışa bağımlılığa neden olurken, diğer taraftan bu kaynakların rezervlerinin sınırlı olmasından, alternatifi ne olacak sorusunu karşımıza çıkarmaktadır. Bu bağlamda bu soruya cevap olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarından, enerji üretimi akıllara gelmektedir. Enerji ihtiyacının sağlanması için doğru ve etkili bir şekilde enerji politikası uygulanmalıdır. Enerjide tüketim miktarının ve bu ihtiyacın nereden sağlanacağını bilmesi gerekmektedir. Çevre dostu ucuz ve sürdürülebilir enerji politikasının yaşama geçmesi, alternatif enerji kaynaklarının kullanımı ile

sağlanacaktır. 21. yüzyılda dünyanın çevresel bir yıkıma uğramaması için, alternatif enerji kaynaklarının yaygın bir şekilde kullanımı hayati bir zaruriyet haline gelmiştir. Bu kapsamda, tüketici ve üreticiler, alternatif enerji teknolojileri konusunda bilgilendirilerek eğitilmelidir (Baş ve Demir, 2020, s.827).

Yenilenebilir enerji kaynaklarından, enerji üretimi yapmak için araştırma ve geliştirme çalışmaları artmıştır. Sürdürülebilir kalkınma anlayışının etkisiyle sağlanan enerji çeşitlendirmesi sayesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretmek için gerekli alt yapılar oluşturulmalıdır. Fosil yakıtlara bağlı arz talep eğrisinin, belli bir grubun eline geçerek tekelleşmesi, fiyat dalgalanmalarını doğurmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminin geliştirilmesi için, sanayi kuruluşları ve üniversiteler iş birliğine girmelidir. Daha az enerjiyle daha çok iş yapılması için, enerji tasarruflu iş makinelerinin üretim sürecinde kullanılarak, buna bağlı teknolojinin geliştirilmesi ile enerji verimliliğinin artırılması gerekmektedir. Yenilenebilir enerjinin toplam enerji tüketiminde payının artması, kalkınmanın sürdürülebilir olmasını sağlayacaktır (Yaman, 2002, s.43).

2.2 Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre İlişkisi

II. Dünya Savaşı ile hızlanan kalkınma faaliyetleri birçok ülkenin zenginleşmesini sağlamıştır. Sanayi fabrikalarının artmasıyla, çevresel boyutta ciddi sıkıntılar oluşmuştur. Bu dönemde, Keynesyen iktisat modeline geçişle beraber, işsizlik azalarak enflasyon kontrol altına alınmıştır. Uzun soluklu olmayan politikalarla ekonomi yönetildiğinden, ülkelerde çevre bilincinin oluşması gecikmiştir (Dulupçu, 2000, s.46).

Sürdürülebilir kalkınma anlayışı, sürdürülebilir bir çevre ile hareket etmektedir. Çünkü, doğal kaynakların sürdürülebilirliği bu şekilde mümkün olabilecektir. Mevcut kaynakların tüketilme hızının, kaynakların kendini yenileme hızından daha az olması gerekmektedir. Bu sayede, insan sağlığı, doğal çevre ve biyolojik çeşitlilik korunabilecektir (Kaypak, 2011, s.26).

İnsanlar, yüzyıllarca doğayı bitmeyen bir kaynak olarak gördüğünden doğayı kirleterek çevre sorunlarının oluşmasına yol açmıştır. Sanayi Devrimi, hızlı nüfus artışı ve teknolojik gelişmeleri beraberinde getirmiştir. Bunun sonucunda üretimin artması, doğal kaynakların hızla tükenmesine yol açmıştır. Sürdürülebilir kalkınmanın çevresel boyutu, fiziksel ve çevresel sistemlerin dengeli olması ile, ekosistemin gelişen şartlara uyumlu olmasını sağlamaktadır.

Çevresel kalitenin korunarak, doğal kaynaklardan maksimum düzeyde yararlanmayı hedefleyen sürdürülebilir kalkınma, ekolojik denge ve ekonomik büyüme ile yakından ilgilidir. Sürdürülebilir kalkınma, çevresel ve doğal kaynakların israf edilmeden tasarruflu bir şekilde etkin ve verimli kullanımını amaç edinmektedir. Doğal kaynakların tükenmeden gelecek kuşaklara ulaştırılması, sürdürülebilir kalkınma yoluyla sağlanabilecektir (Tıraş, 2012, ss.58-67).

İnsanoğlunun tüketme isteği, doğal kaynakların sınırsızca sömürülmesine neden olmuştur. Dünyanın her bölgesinde çevresel dengeler bozulduğundan çevre sorunları oluşmaktadır. Dünya ülkelerinin birbirlerine üstünlük sağlamaları için, silahlanma yarışı içine girmeleri sonucunda, silah sektörü ve nükleer teknoloji gelişmiştir. Bu durum, çevre kirliliğinin sebeplerinden biri olmuştur. Üretimde birincil kaynakların kullanılması, çevre kirliliğinin baş aktörlerindedir. Tükenir yakıtlar, atmosfere ve çevreye zararlı gazlar bıraktığından küresel ısınma, asit yağmurları ve ozon tabakasının delinmesine sebep olmaktadır. Aynı zamanda, su ve toprak kaynaklarının kirlenmesi sonucunda, doğal denge bozularak, bitki ve hayvan çeşitliliği azalmaktadır (Çepik, 2015, ss.16-17).

Sürdürülebilir kalkınmanın ana kuralı, doğal çevrenin korunarak güvence altına alınması, ve oluşacak çevresel zararların minimize edilmesidir. Bunun sağlanması için tüketilen kaynaklar denetlenerek, fazla kaynak tüketimi önlenmelidir. Temiz bir çevreye sahip olmak için, alternatif kaynak tüketimi artırılarak, fosil kaynak tüketiminin kullanımının asgari düzeye indirilmesi gerekmektedir (Kaypak, 2011, s.25).

2.3 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri

25-27 Eylül 2015 tarihinde, New York'ta bulunan Birleşmiş Milletler Genel Merkezinde Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi düzenlenmiştir. Bu zirvede, 2030 yılına kadar ki süre için sürdürülebilir kalkınma hedefleri, 193 ülkenin imzasıyla kabul edilmiştir. Zirvede kabul edilen gündem maddeleri ile dünyada barışın pekiştirilmesi, yoksulluğun ortadan kaldırılması ve özgürlüğün geniş yelpaze içinde değerlendirilerek artırılması amaçlanmıştır. 169 alt başlıkta ve 17 ana gündem maddesiyle yayımlanan sürdürülebilir kalkınma için bazı küresel hedefler belirtilmiştir. Bunlardan bazıları; yoksulluğun tüm dünyada son bulması, açlığın son verilerek sürdürülebilir tarımın desteklenmesi, herkese erişilebilir ve temiz enerji sağlanması, sürdürülebilir şehir ve

yaşam alanlarının oluşturulması, sürdürülebilir kalkınma anlayışı çerçevesinde hedeflerin gerçekleştirilmesi için ortaklıklar kurulmasıdır (BM, 2021).

2.3.1 Erişilebilir Temiz Enerji

SDG (Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri - Sustainable Development Goals)'nin 7. sırasında bulunan, erişilebilir temiz enerji, “Herkes için satın alınabilir, güvenilir, sürdürülebilir ve çağdaş enerjiye erişimi sağlamak” amacındaki hedefler, enerji hizmetlerinin toplumun bütününe ulaştırılması, yenilenebilir enerjinin toplam enerji üretim ve tüketimi içindeki oranının yükseltilmesi, ve enerji verimliliği uygulamalarını geliştirerek enerji yoğunluğunun indirilmesi olarak üç başlık altında toplanmıştır.

2030’a kadar satın alınabilir, güvenilir ve çağdaş enerji hizmetlerine evrensel erişimin sağlanması olarak ifade edilen diğer bir hedefte ise, tüm nüfusun elektriğe ulaşımı araştırıldığında; 1 milyar insanın elektriğe ulaşamadığı, her yıl 86 milyon civarı insanın elektriğe kavuşmaya devam ettiği görülmektedir. Dünyada elektriğe ulaşamayan kesimin, (%90-95)'lik kısmı, Afrika ve Asya ülkelerinde yaşamaktadır. Bu kesimin, büyük çoğunluğunun kırsal alanda yaşadığı gözlemlenmektedir. Teknoloji ve altyapı olanakları geliştikçe, elektriğe ulaşan nüfusun gelecek dönemlerde artış göstereceği değerlendirilmektedir. Elektriğe erişim, toplumun temel ihtiyaçlardan biridir ve yoksulluğun düşürülmesi kapsamında ölçüm kriterleri içinde bulunmaktadır. Türkiye’de elektriğe erişim %100 oranındadır (TSKB, 2021, s.1).

Diğer bir hedefte ise, 2030'a kadar yenilenebilir enerjinin küresel enerji kaynaklarındaki payının önemli oranda artırılması olarak açıklanmıştır. Bu açıdan, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi içindeki payına bakıldığında, TEİAŞ 2009-2019 verilerine göre, 2019 yılı sonu itibariyle Türkiye’de %49,06 düzeyinde kurulu güçle enerji üretimi gerçekleştirmiştir (TEİAŞ,2020). Küresel ölçekte dünyada, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi %18 seviyesindedir (BP Raporu,2020).

Başka bir hedefe göre, 2030 yılına kadar enerji verimliliğinin iki misline çıkarılması öngörülmüştür. Dünyanın en fazla enerji kullanan ilk 10 ülkesi arasında bulunan Çin, Rusya, ABD'nin 2000 yılından bu yana enerji yoğunlukları incelendiğinde, bu ülkelerin enerji yoğunluğunda iyileşme kaydettiği anlaşılmaktadır. Nihai enerji tüketiminin ağırlıklı kısmı sanayi ve meskenlerde gerçekleşmektedir. Sanayide oluşacak enerji verimliliği kapsamında, ulaşımda kullanılan yakıtların

verimli kullanılması önemlidir. Binalarda ısıtma ve soğutma sistemlerinde yapılacak geliştirmeler, enerji yoğunluğunun düşürülmesine katkıda bulunacaktır. Enerji yoğunluğunun düşüşü, enerji verimliliğinin arttığına göstergesidir. Bu hedef kapsamında yapılan değerlendirmeye göre, Türkiye'nin enerji yoğunluğundaki azalmanın, AB ve OECD ortalamalarına göre düşük seviyede kaldığı anlaşılmaktadır (TSKB, 2021, s.3).

2.3.2 Sanayinin Altyapısının Yenilikçi Politikalarla Geliştirilmesi

SDG'nin 9. sırasında bulunan, *Sanayinin altyapısının yenilikçi politikalarla geliştirilmesi* amacındaki hedefler, teknolojik inovasyon sayesinde ekonomik büyümeyi ifade etmektedir. Günümüze kadar olan evrede, üç sanayi devrimi gerçekleşmiştir. Birinci sanayi devrimi, buharlı makinelerin endüstride kullanılmasıyla gerçekleşmiştir. İkinci sanayi devriminde ise, petrolün geniş ölçekli kullanımı sayesinde üretim bandı sistemleri geliştirilerek üretimde verimlilik artırılmıştır. Üçüncü sanayi devrimi ile elektrik-elektronik, bilgisayar ve internet alanında gerçekleşen hızlı gelişme sayesinde üretimin dijitalleşmesi gerçekleştirilmiştir. Son sanayi devrimi; Endüstri 4.0 olarak ifade edilmektedir. Endüstri 4.0, makine gücünün insan gücünün yerine geçerek üretim süreçlerini yönetebilir hale gelmesini amaçlamaktadır (Bulut ve Akçacı, 2017, s.50).

İnovasyon sayesinde yaşanan teknolojik gelişmeler konusu, on sekizinci yüzyıldan beri ekonomide tartışma konusu olmuştur. Sanayi devrimi, teknolojik gelişmeyi beraberinde getirmiştir. Adam Smith, sanayide makine teknolojilerinin yenilenmesini teknolojik buluş olarak ifade etmiş ve bunu inovasyonun baş aktörü olarak göstermiştir. İnovasyon ekonomik kalkınmanın bir parçasıdır. İnovasyon, yeni bir ürün veya üretim yönteminin ya da yeni bir pazarın oluşturulmasını ifade etmektedir (Akyol, 2020, s.16).

Sanayi 4.0 ilk olarak, 2011 yılında Alman hükümetinin oluşturduğu uzmanlar tarafından Hannover fuarında, uzmanların yaptığı çalışmaların fuara gelen katılımcılara sunulması sonucunda ortaya çıkmıştır. Uzmanlar, fuarda sanayi üretiminde bir devrim yaşanarak bilişim teknolojisiyle birlikte üretim teknolojisinin üst düzeye çıkarıldığını ortaya koymuştur. Bu devrim, üretimde yaşanan dijitalleşme sayesinde hız kazanmıştır. Sanayi 4.0 yeni teknolojik kavramları beraberinde

getirmiştir. Bu kavramların başlıcaları, 3D yazıcılar, nesnelerin interneti, akıllı fabrikalar, yapay zekâ ve siber güvenlidir (EBSO, 2015, s.7).

Geleneksel üretimde, hammadde kesilerek ürün son halini almaktadır. Ancak bunun sonucunda önemli miktarda atık malzeme oluşmaktadır. 3 D yazıcı sayesinde ürünün tek parça olarak üretimi sağlanmakta olup, malzeme atığı oluşmamaktadır. Nesnelerin interneti, insan-insan veya bilgisayar-insan etkileşimine gerek kalmadan internet yardımıyla veri aktarımı yapabilen sistemden oluşmaktadır. Kargo takiplerinin internet üzerinden yapılması bu sistem sayesinde. Bu sistem geliştirilerek, kargo takiplerinin insan gücü olmadan adrese teslimlerinin gerçekleştirilmesi öngörülmektedir (Rifkin, 2015, ss.98-99).

Akıllı fabrikalarda robot teknolojisi sayesinde üretim hızlı ve sorunsuz olarak yapılabilmektedir. Özellikle otomotiv ve savunma sektöründe, kullanılan bu teknoloji ile insan gücü minimize edilmektedir (EBSO,2015,s.16). Yapay zekâ, insanla özdeşleşen düşünme, algılama, iletişim kurma, fikir geliştirme gibi kavramların bilişsel seviyesi yüksek bilgisayar programları yardımıyla gerçekleştirilmesidir. Satranç şampiyonu Gary Kasparov'u yenen Deep Blue bilgisayarı, yapay zekaya örnek olarak gösterilmektedir (Bulut ve Akçacı, 2017, s.56).

Şirketler, bilgisayar sistemlerini internet ağı yardımıyla birbirine bağlayarak üretim gerçekleştirmektedir. Bu işlem, şirkette çalışanların kimlik bilgilerinin bilgisayar sistemine tanımlanması sonucunda yapılmaktadır. Bu sisteme ulaşmak ve şirket bilgilerini ele geçirmek isteyen şahıslar, siber güvenlik sayesinde kimlik bilgileri tanımlı olmadığından sisteme ulaşamamaktadır (TÜSİAD, 2016, s.28).

2.3.3 İklim Değişikliği

SDG'nin 13. sırasında bulunan, “İklim değişikliği ile mücadele” konusu gelecek nesillere temiz bir çevre bırakmak ve mevcut doğal kaynakların korunması açısından önem arz etmektedir. Fosil yakıtlardan enerji üretimi sonucunda, açığa çıkan karbondioksit ve metan gazlarından dolayı, çevre kirliliği ve ormansızlaşma meydana gelmektedir. Oluşan bu çevre kirliliği ile dünya genelinde sıcaklık artışı oluşmakta, bunun sonucunda küresel ısınma meydana gelmektedir. Küresel ısınmayla beraber iklim değişiklikleri oluşmaktadır.

İklim değişikliği ile sürdürülebilir kalkınma birbirleriyle ilişkilidir. Bu etkileşim birbirine üç ana kavramla bağlanmıştır. Bu kavramlar, sosyal, çevresel ve ekonomik kavramlardır. Ekonomik kalkınmayla beraber, sanayi fabrikalarının artması sonucunda oluşan küresel ısınma, insanların huzurunu tehdit etmektedir. Küresel ısınma sonucunda doğal kaynakların çoğunluğu tükenmektedir. İklim değişikliği ile, sosyal refah ve adalet zayıfladığından, ülkeler arasında eşitsizlikler artmaktadır. Yoksul ülkeler, iklim değişikliğine karşı yapılacak mücadeleden adaletli şekilde yararlanamamaktadır. Bundan dolayı gelir eşitsizliği artış göstermektedir. Yoksul ülkelerde, iklim değişikliğinden kaynaklı doğal kaynakların tükenmesi sonucu çatışma ortamı yaşanmaktadır (Kılıç, 2009, s.31).

Sürdürülebilir kalkınma, enerji arz güvenliğinin yanında çevre güvenliğine önem vermektedir. Özellikle, karbon emisyonlarından kaynaklı küresel iklim değişiklikleri, enerji politikalarının sürdürülebilirliğinin odak noktasındadır. Bundan dolayı, düşük karbon ekonomisine geçiş, çevre kirliliğinin önlenmesi için gerekmektedir (İşeri ve Özen, 2012, s.164).

İklim değişikliğinin önlenmesine yönelik; uluslararası alanda uygulanan politikalardan en önemlisi Kyoto Protokolü'dür. Kyoto Protokolü, 2008-2012 yılları arasında, devletlerin sera gazı emisyonlarının 1990 yılı emisyon miktarlarının en az %5'i kadar indirime gitmesini öngörmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma anlayışında önemli bir konu başlığı olan iklim değişikliğinin önlenmesi için, karbon vergisi uygulamaya konulmuştur. Karbon vergisi, çevresel korumanın sağlanmasında etkilidir. Bahse konu vergi, çevreye zarar veren bir kuruluşun verdiği bu zararla oluşan karbon emisyonu miktarı kadar vergi vermesini ifade etmektedir. Etkili bir karbon vergisi için, vergi miktarının karbon miktarıyla doğru orantılı olması gerekmektedir. Örneğin, kömür doğalgaza göre daha fazla oranda karbon içermektedir. Bundan dolayı, kömürden alınacak karbon vergisinin doğalgaza göre daha fazla olması gerekmektedir (Karakaya ve Özçağ, 2004, ss.1-4).

Avrupa Birliği (AB), karbon emisyonlarından dolayı uygulayacağı vergileri Haziran 2021'de komisyona sunmayı planlamaktadır. Bu kapsamda AB, üyesi olmayan ülkelere karbon emisyonlarını azaltmadığı durumlarda karbon vergisi

uygulayacağını bildirmiştir. AB üyesi ülkelerin, karbon emisyonlarını düşük seviyede tuttuklarından, bu vergilerden etkilenmeyeceği öngörülmektedir. Küresel iklim değişikliğini önlemek ve temiz çevre oluşturulması için, böyle bir uygulama yapılmaktadır (Dünya Gazetesi, 2021).

2.4 Türkiye ve Avrupa'da Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Anlayışı

2.4.1 Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Anlayışı

Türkiye'de 2000'li yıllardan itibaren sürdürülebilir kalkınma kavramı çerçevesinde, sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir tarım, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı, sürdürülebilir büyüme, sürdürülebilir kırsal kalkınma, sürdürülebilir enerji kavramları sıkça telaffuz edilmeye başlanmıştır. Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınmaya yönelik politikaları, sanayileşme, ekonomik ve sosyal kalkınma alanlarında olmuştur. 1963 yılında yürürlüğe giren; Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı'ndan sonra, 10 adet beş yıllık kalkınma planı uygulanmıştır. Günümüzde ise, 2019-2023 yıllarını kapsayan; On birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı yürürlükte (Dağdeviren, 2019, ss.71-74).

Türkiye'deki kalkınma planlarını incelediğimizde, 1963-1967 yıllarını kapsayan Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı ve 1968-1972 yılları arasındaki İkinci Beş Yıllık Kalkınma planında, çevre ile ilgili hükümler bulunmamaktadır. Birinci Beş Yıllık kalkınma planında gelişme, sosyal kalkınma, tarım ve endüstriyel üretim konuları yer almıştır. İkinci beş yıllık kalkınma planında ise, kentleşme sorunları, bölgesel kalkınma, konut sorunları ve sağlık politikalarına uygun kentleşme stratejileri gibi bölümler yer almaktadır (I. BYKP, 1963, II. BYKP,1968).

1973-1977 yıllarındaki Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma planında, çevre sorunları ilk kez vurgulanarak, bu konuya geniş bir bölüm ayrılmıştır. Bu planda, ülkenin, hava, su, kıyı gibi çevre sorunlarına dikkat çekilmiştir. Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planında (1979-1983) tarım, sanayileşme, kentleşme, çevre sorunları ele alınmış ve yerel yönetimler çevre konularında yetkilendirilmiştir. Bu kapsamda, çevre sorunlarının ortaya çıkmadan önlenmesine yönelik politikalar oluşturulmuştur. 1983 yılında yürürlüğe giren; 2872 Sayılı Çevre Kanunu bu plan döneminde uygulanmıştır (Özkan ve Biçer,2017,s.8).

1985-1989 yıllarını kapsayan Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planında, çevrede yaşanan sorunların engellenerek giderilmesiyle beraber, doğal kaynakların

kullanımının korunarak geliştirilmesinin gerekliliği, ve gelecek nesillere temiz ve sürdürülebilir bir şekilde aktarılmasının öneminden bahsedilmiştir. Türkiye'nin de katıldığı,1992 Rio toplantısında bu anlayışın devletler tarafından uygulanabilirliğinin temelleri atılmıştır. Bu planda, doğal çevrenin korunmasıyla ilgili önleyici politikalar ilk kez yer almıştır (V. BYKP, 1984). 1992 yılında gerçekleşen Rio zirvesinden sonra, 1990-1994 yıllarını kapsayan 6. Beş Yıllık Kalkınma Planında, insan sağlığı ve doğal çevrenin korunarak devamlı bir ekonomik kalkınmanın, sürdürülebilir kalkınma kavramı sayesinde sağlanacağı vurgulanmıştır. Bu planda, Türkiye'nin çevre politikaları geniş kapsamlı ele alınmış olup, gelecek kuşaklara, sağlıklı, doğal ve temiz bir çevrenin bırakılmasının gerekliliğinden bahsedilmiştir (VI. BYKP, 1989).

1996-2000 yıllarını kapsayan 7. Beş Yıllık Kalkınma Planında, sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı kapsamında, çevre politikalarının sosyal politikalarla uyumlu hale gelmesi sağlanmıştır. Planın çevre ile ilgili bölümünde, çevrenin korunması ve geliştirilmesi ile insan sağlığı ve doğal kaynakların yönetimi sağlanarak, gelecek nesillere layık doğal ve temiz çevrenin bırakılmasının önemi vurgulanmıştır (VII. BYKP, 1995).

2001-2005 yıllarındaki yapılması gerekli faaliyetlerden oluşan,8. Beş Yıllık kalkınma planında, Avrupa Birliği sürecinde Türkiye'nin dünya hasılatından daha çok pay alması ile toplumun yaşam kalitesinin artırılmasının önemi vurgulanmıştır. Planda, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için rekabetçi bir ekonomik yapının oluşturulmasının gerekliliği anlatılmıştır. Bu kapsamda, çevre politikalarının ekonomik politikalarla desteklenerek, sürdürülebilir kalkınma göstergelerinin geliştirilerek doğal kaynakların biyolojik çeşitliliğinin sürdürülebilir kullanılmasına yönelik tedbirlerin alınmasının gerekliliği vurgulanmıştır. Aynı zamanda, insan kaynaklarına önem verilerek, kırsal kalkınma ve kentleşmeyle birlikte enerjide tarımsal politikalar geliştirilmiştir (VIII. BYKP, 2000).

2007-2013 yıllarını kapsayan, 9. Beş Yıllık Kalkınma Planında, sürdürülebilir kalkınmaya yönelik politikalarda, çevrenin korunarak kentsel alt yapının geliştirilmesi ve doğal kaynaklardan adaletli bir şekilde yararlanmanın önemi vurgulanmıştır. Çevre yönetim sistemlerinin geliştirilerek, gıda güvencesi ve güvenliğinin sağlanması, rekabet gücü yüksek bir tarımsal yapının sanayi ve çevre politikalarının uyumu ile sağlanabileceği anlatılmıştır. Bu planda, yoksullukla mücadele kapsamındaki gerekli

olan önlemler belirlenerek istihdam, sağlık ve eğitim alanlarında kalıcı politikalar oluşturulmuştur (IX. BYKP, 2006).

2014-2018 yıllarını kapsayan; 10. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda; sürdürülebilir gelişmenin sağlanabilmesi için özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretiminin yapılmasının önemli olduğuna, bu sayede dışa bağımlılığının azalacağına dikkat çekilmiştir. Bu kalkınma planlarında, ilk başta çevre kirliliğini önleyici planlar geliştirilmiş daha sonra önleyici politikalarla birlikte;7. Beş Yıllık Kalkınma Planında öngörülen sürdürülebilir kalkınma anlayışı ile çevre yönetimi ve ekonomik politikaların geliştirilmesi hedeflenmiştir (X. BYKP, 2013).

2019-2023 yıllarını kapsayan; 11. Beş Yıllık Kalkınma Planı'nda; Türkiye'de çevre sorunu için geliştirilen politikalar, sürdürülebilir kalkınma prensiplerine göre düzenlenmiştir. Bunun için, çevre ile ilgili kurumsal yapı, yönetmelik ve standartlar geliştirilmiştir. Afetlerden sonra oluşan kayıp ve zararların minimize edilmesi için, kentsel dönüşüm projelerine önem verilerek, konut açığının azaltılması hedeflenmiştir. Sürdürülebilir kalkınma prensipleri sonucunda, madencilik sektörü, iş güvenliği ve çevre yönetmeliğine uyumlu hale getirilmiştir (XI.BYKP, 2018, s.122).

2.4.2 Dünyada Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre Anlayışı

Dünya genelinde, Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışı aşağıda sunulan konferanslarda ve raporlarda yer almıştır.

2.4.2.1 Birleşmiş Milletler İnsan ve Çevre Konferansı

Tarım devrimi ile başlayan, çevreye verilen zarar, Sanayi Devrimi ile daha da artmıştır. Buna karşı tedbir alınması maksadıyla, Birleşmiş Milletlerin (BM) öncülüğünde, çevrenin korunması ile ilgili konferanslar yapılmaya başlanılmıştır.

Bu kapsamda, 1972 yılında İsveç'in Stockholm kentinde, İnsan ve Çevre Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferans, tüm dünyayı çevrenin korunması konusunda bilinçlendirmiş ve çevre hareketlerini başlatmıştır. Konferans sonunda, BM üyesi ülkeler, çevrenin korunmasıyla ilgili mevzuata uygun yasal düzenlemeler yaparak çevreci kuruluşlar kurmuşlardır. Ancak, yapılan çalışmalar teoride kalmış, uygulanabilir olmamıştır. Çevrenin korunması yeterli düzeyde sağlanamamıştır. Sonuç olarak, küresel ısınmayla beraber ozon tabakası incelerek iklim değişiklikleri artarak devam etmekte olup, çevre kirliliğinin artmaması için çalışmalar yapılması gerekmektedir (Muşmul ve Yaman, 2018, ss.66-67).

Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı'nda kabul edilen; *İnsani Çevre Bildirgesi*, 26 maddeden oluşmakta olup, bu bildirme sürdürülebilirlik ve sürdürülebilir kalkınmanın geliştirilmesini amaçlamıştır. Bildirgede insanın çevreyle olan ilişkisinin geliştirilmesinin gerekliliği ile, ülkelerin çevreyle ilgili politikalarda ortak hareket etmesinin öneminden bahsedilmiştir. Aynı zamanda, az gelişmişlikten kaynaklanan sorunlardan, ekonomik ve sosyal kalkınmanın sürdürülebilir ve devamlı olmasından, çevrenin korunmasıyla ilgili eğitimlerin artırılarak uluslararası kuruluşların çevresel konularda adaletli davranmasının önemi ile, yenilenebilir enerji kaynaklarının teşvik edilmesinden bahsedilmiştir (Louis, 1978, ss.424-428).

2.4.2.2 Brundtland Raporu

1972 Stockholm Konferansından sonra, alınan kararların değerlendirilerek, çevre ve kalkınma sorunlarının çözülmesi için yeni stratejiler geliştirilmiştir. Bu amaçla; WCED (World Commission on Environment and Development-Dünya ve Çevre Geliştirme Komisyonu) kurulmuştur. Bu komisyonca, 1987'de; Ortak Geleceğimiz başlıklı Brundtland Raporu yayımlanmıştır.

Brundtland Raporunda, sürdürülebilir kalkınma; "Gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmesinden ödün vermeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılayabilecek kalkınma" olarak adlandırılmaktadır. Bu tanımdan da anlaşılacağı üzere, ihtiyaçlar yalnızca ekonomik yönden değerlendirilmektedir. İhtiyaçların daha geniş şekilde ele alınarak, doğal kaynakların kullanımının dengeli ve düzenli olması gerektiği, ve gelecek kuşaklara eşit bir şekilde aktarılmasının önemi vurgulanmıştır. Ayrıca, yoksulluğun ortadan kaldırılmasının çevrenin ve doğal kaynakların korunarak sağlanacağı ifade edilmiştir (Terzi, 2017, ss. 8-9).

1987'de yayımlanan Brundtland Raporu, günümüz ihtiyaçlarını gelecek kuşakların gereksinimlerinden ödün vermeden karşılamak olarak tanımlamıştır. Buna göre doğal kaynakların, israf edilmeden dengeli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu sayede gelecek kuşakların doğal kaynaklardan günümüzdeki ile aynı miktarda yararlanması sağlanabilecektir (Tıraş, 2012, s.58).

2.4.2.3 Rio Konferansı

BM Stockholm Çevre Konferansı Deklarasyonu'nun yaşatılması maksadıyla, Rio Konferansı ya da Dünya Zirvesi olarak adlandırılan dünya ülkeleri ve Türkiye'nin küresel düzeyde ilk kez bir araya geldiği konferans, 1992 yılının Haziran ayında

Brezilya'nın Rio De Janeiro şehrinde düzenlenmiştir. Rio konferansında, 1972-1992 yıllarının değerlendirilmesi yapılarak geleceğe yönelik politikalar belirlenmiştir (Özmehmet, 2008, ss.1859-1860).

Sürdürülebilir kalkınma kavramı, Rio Konferansında geliştirilmiştir. Konferans bitiminde, Rio Deklarasyonu ve Gündem 21 isimlerinde iki belge oluşturulmuştur. Rio Deklarasyonu çevre ve kalkınmadan oluşan 27 maddeyi içermektedir. Gündem 21 ise, sürdürülebilir kalkınmanın sosyal ve ekonomik boyutları, doğal kaynakların korunarak tüketilmesi, kalkınma konusunda grupların sorumluluklarının güçlendirilerek uygulamaların nasıl yapılacağını belirlemektedir (Altunbaş, 2004, s.106).

2.4.2.4 Binyıl Kalkınma Hedefleri

Eylül 2000'de New York'ta, Birleşmiş Milletler üyesi ülkelerce; "Birleşmiş Milletler Binyıl Kalkınma Hedefleri" toplantısı gerçekleştirilmiştir. Bu toplantıda; 2015 yılına kadar ulaşılması planlanan sekiz hedef oluşturulmuştur. Bu hedefler; yoksulluk ve açlığı ortadan kaldırmak, herkesin temel eğitim almasını gerçekleştirmek, tüm dünyada kadın erkek eşitliğini sağlamak, anne ve çocuk sağlığının iyileştirilerek anne ve çocuk ölümlerinin dünyada azaltılmasının sağlanması, çevresel sürdürülebilirliği gerçekleştirerek, salgın hastalıkların yayılmasını engellemek ve ekonomik kalkınma için küresel ortaklıklar geliştirmektir(Eroğlu, 2010, ss.47-48).

Bildirge, bulunduğumuz topluma karşı olan yapmamız gereken sorumluluklarla beraber, diğer tüm toplumlarda adalet ilkesinin uygulanarak insana değer verilmesi gerektiğinden bahsetmektedir. Binyıl Kalkınma hedefleri, gelişmemiş ya da az gelişen ülkelerin kalkınmasını amaçlamaktadır (Akyıldız, 2011, ss.47-49).

2.4.2.5 Johannesburg Zirvesi

Zirve, 26 Ağustos- 4 Eylül 2002 tarihlerinde BM tarafından Güney Afrika'nın Johannesburg şehrinde düzenlenmiştir. Zirvenin açılış konuşmasını, Güney Afrika Cumhurbaşkanı Mbeki yapmış olup, konuşmada "Küresel Ayrımcılık" fikri üzerinde durmuştur. Ayrıca, yenedünya düzeninde refah payının adil paylaştırılmadığı, gelişmiş ve fakir ülkelerin sorunlarının farklı değerlendirildiği gündeme getirilmiştir.

Zirvede,2010 yılına gelinmeden biyolojik çeşitlilik kaybının minimize edilmesi, 2015 yılına kadar temiz su imkânına sahip olma düzeyinin iki katına çıkarılması, balıkçılığın maksimum düzeye ulaşmasının sağlanması, 2020 yılına kadar

kimyasal madde kullanımının asgari düzeye indirilerek çevreye verilen olumsuz etkilerin minimize edilmesi, ve fakir insanların refah seviyelerinin iyileştirilerek bu insanların barınma imkânlarının yerel yönetimlerce sağlanması için çalışmalar yapılması ile uluslararası düzeyde hava kirliliğinin azaltılmasının önemi açıklanmıştır (Bozkaya ve Nakipoğlu, 2019, s.945).

2.4.2.6 Rio +20 Konferansı

Rio Konferansından 20 yıl sonra, Rio +20 Zirvesi düzenlenmiştir. Bu zirve sonucunda, "İstedığımız Gelecek" isimli sonuç raporu kabul edilerek "Binyıl Kalkınma Hedefleri"nin yerine geçen, Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri belirlenmiştir. Bu hedeflerin amacı, dünyada yoksulluğu bitirerek bütün insanlığın huzur ve refah içinde yaşamasını sağlamaktır. Ayrıca gelir adaleti, istihdam, iktisadi kalkınma, adalet ve sürdürülebilir alt yapıların yalnızca gelişmekte olan ülkelerde değil, tüm ülkelerde uygulanmasının gerekliliği anlatılmıştır (Arı, 2019, ss. 7-23). Konferansta, Birleşmiş Milletler Çevre Programının (UNEP) geliştirilmesi ve az gelişmiş ülkelerin fakirlikten kurtularak kalkınmalarının sağlanmasıyla beraber, doğal kaynakların israf edilmeden kullanılmasının öneminden bahsedilmiştir.

Bu kapsamda, tarımsal üretim ve gıda güvenliği konuları ön plana çıkartılmıştır. Dünyada yoksul sınıf kırsalda yaşamaktadır. Bu sınıfın, tarımsal üretim ve hizmetlerden daha fazla gelir elde etmesi sağlanarak, yoksulluktan kurtulması hedeflenmiştir. Bu hedef gerçekleştiğinde, dünyada açlık bitecek, gıdaya ulaşmak kolaylaşacak ve tarımsal ürünlerin daha ucuza üretilmesi gerçekleşecektir (Kıymaz, 2016, ss. 5-6).

3. ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

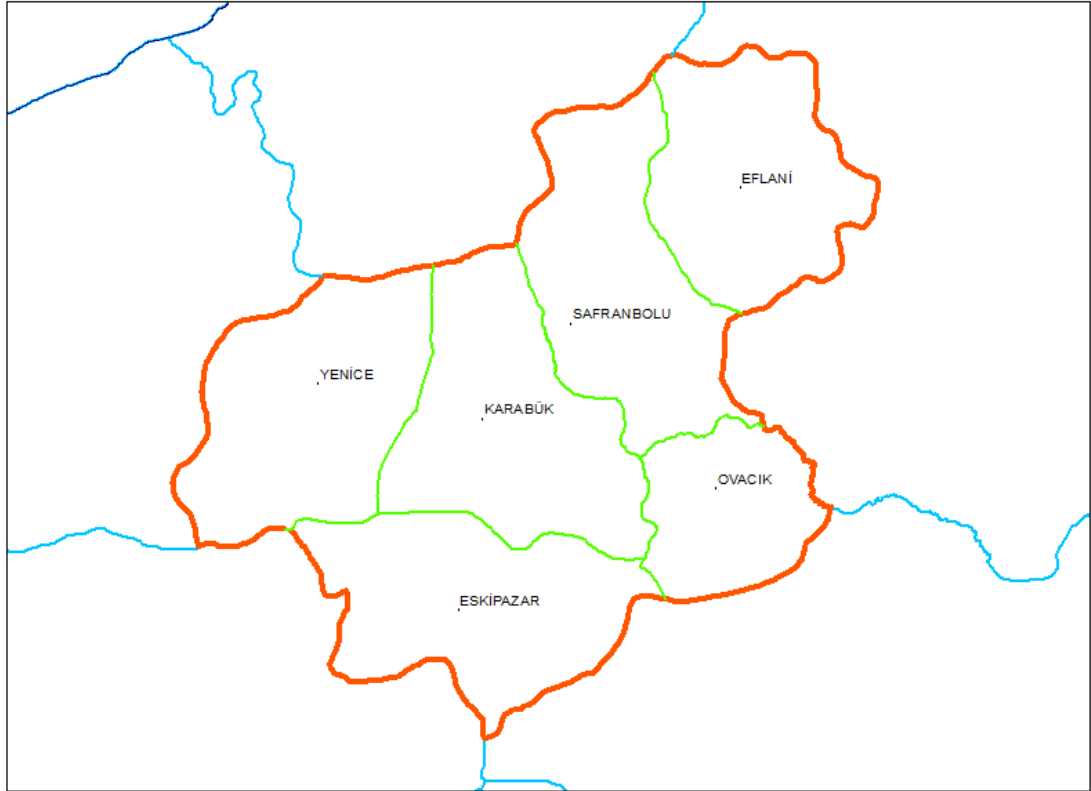
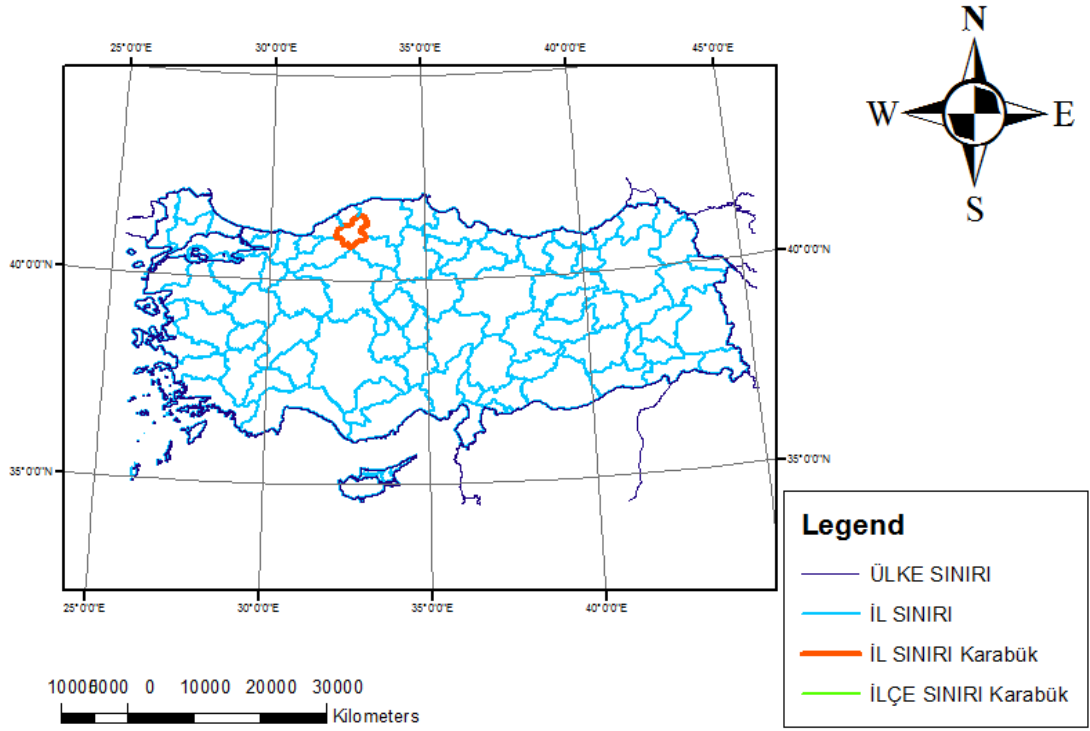
UYGULAMAYA YÖNELİK ALAN ARAŞTIRMASI

Çalışmanın bu bölümünde, yapılan saha araştırması kapsamında; Karabük'ün yenilenebilir enerji kaynaklarından, enerji üretimi gerçekleştiren tesislerin lokasyonları (yerleşke planları), CAD programları (harita çizim programları) vasıtasıyla gösterilmiştir.

Çalışma sonucunda oluşturulan, topoğrafik, orman yoğunluğu, google-earth uydu haritalarıyla üretim tesislerinin (eğim, yükseklik, düzlük ve engebelik durumuna göre) hangi cins arazilere kurulduğu gösterilmiştir. Tesislerle ilgili envanter çalışması yapılarak, GES'lerin PV panel sayıları ile faaliyet alanlarının yüzölçümleri belirlenmiştir. HES'lerin ise, baraj yeri ve regülatör alanlarının yerleri haritalarda işaretlenerek, su dağıtım kanallarının uzunlukları belirlenmiştir. GES ve HES tesislerinin arazideki lokasyonları ile bu tesislere ait ekipmanlar koordinatlandırılmıştır. Çalışmanın genel değerlendirilmesi ile önerilerin sunumu, sonuç ve öneriler bölümünde yapılmıştır.

3.1 Çalışma Sahasının Genel Özellikleri

Yüzölçümü 4145 kilometrekare olan Karadeniz Bölgesinin Batı Karadeniz Bölgesinde bulunan Karabük, 40 derece 57 dakika ve 41 derece 34 dakika kuzey enlemleriyle; 32 derece 04 dakika ve 33 derece 06 dakika doğu boylamlarında yer almaktadır. Kuzeyde Bartın iline (80 km), kuzeydoğu ve doğuda Kastamonu'ya (120 km), güneydoğuda Çankırı'ya (195 km), güneybatıda Bolu'ya (130 km), batıda Zonguldak iline (170 km) mesafededir. En önemli akarsuyu Filyos çayıdır. Diğer önemli akarsuları ise Araç, Soğanlı ve Eskipazar çaylarıdır. İl merkezinin rakımı 278 metre, merkez ilçenin yüzölçümü ise 704 kilometrekaredir. İlde coğrafi yapı engebeli olup büyük düzlükler yoktur. Vadi tabanları geniş olduğundan, tarıma elverişli araziler bulunmaktadır. Nüfusun büyük çoğunluğu vadi tabanlarına yakın alanlara yerleşmiştir (Karabük Belediyesi). Çalışma sahasını tanıtan, Karabük'ün Arc-GIS programında oluşturulan haritası Şekil.1'de verilmiştir.



Şekil 1: Karabük Mülki İdari Sınırlar Haritası

3.2 Karabük İli Elektrik Üretim Santralleri

Karabük'ün elektrik üretim santrallerinin, toplam kurulu gücü 166,79 MW'dır. 5 adet lisanslı, 4 adet lisanssız olmak üzere; (Tema-Trend GES Santrali ve Enerjisa GES Santrali, Karabük Üniversitesi GES, Sine Köyü GES) toplam 9 adet elektrik

Üretim santrali bulunmaktadır. Bunlardan sadece, Kardemir Termik Santrali, kömürden enerji üretimi gerçekleştirdiğinden birincil (tükenir) enerji kaynaklarından enerji üretimi sağlamakta, diğer 8 adet enerji santrali ise yenilenebilir (alternatif) enerji kaynaklarından üretim yapmaktadır. Karabük'teki elektrik üretim santralleri yıllık yaklaşık 627 GW elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. Karabük'n elektrik dağıtım hizmeti, Enerjisa Başkent Elektrik Karabük İşletme Müdürlüğü tarafından sağlanmaktadır. Enerji santrallerinin güç değerleri ve Karabük ilindeki toplam üretim payları Tablo 4'te gösterilmiştir.

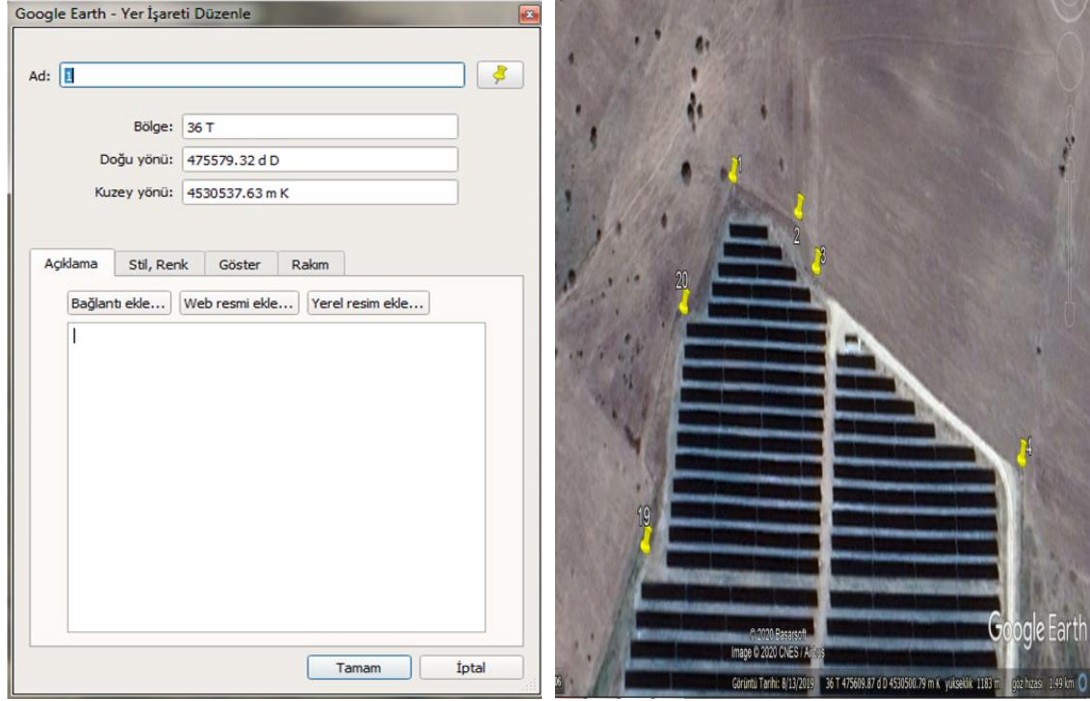
Tablo 4: Karabük İli Elektrik Santralleri Güç Değerleri

Karabük İli Enerji Tesisleri Güç Değerleri

S.NO.	SANTRAL ADI	TESİS TÜRÜ	FİRMA	KURULU G (MW)
1	Kardemir Termik	Kömür	Kardemir A.ř.	78
2	Eren HES	Hidroelektrik	Akbaş Holding	35
3	Pirinçlik HES	Hidroelektrik	Kardemir A.ř.	21
4	Yalnızca HES	Hidroelektrik	Rönesans Enerji	14
5	Enerjisa GES	Güneş	Enerjisa Elektrik	7
6	İkiler HES	Hidroelektrik	İskele Elektrik	6,12
7	Tema-Trend GES	Güneş	Tema-Trend Gayrimenkul	2,67
8	Karabük Üniversitesi GES	Güneş	Karabük Üniversitesi	1,00
9	Sine Köyü GES	Güneş	CWenerji	1,00
10	Sine Köyü GES	Güneş	Pamir Enerji	1,00

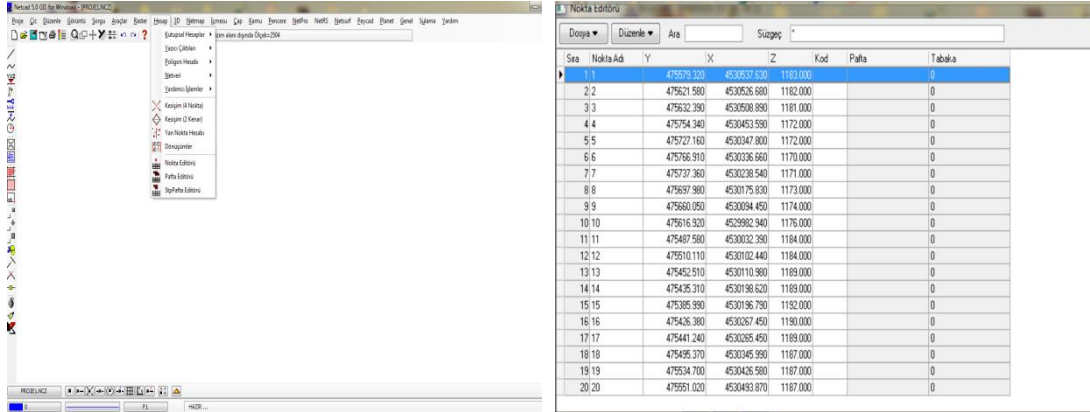
Kaynak: Başkent Elektrik

Karabük ilindeki elektrik üretim santrallerinden, Karabük Termik Santrali Karabük Merkez ilçede, Eren HES Karabük Ovacık ilçesi Geren mevkiinde, Pirinçlik HES Merkez ilçe demiş mevkiinde, Yalnızca HES Merkez ilçe Bolkuş mevkiinde, İkiler HES Eskipazar ilçesi Bayındır köyünde, Enerjisa GES Eskipazar ilçesi Blkviran köyünde, Tema-Trend Gayrimenkul Safranbolu ilçesi Kuzyaka teky köyünde, Karabük Üniversitesi GES, Karabük ili, Merkez ilçe, Kılavuzlar mevkiinde, CW ve Pamir Enerji, Safranbolu ilçesi Sine köyünde faaliyet göstermektedir.



Şekil 3: Google-Earth'de Çalışma Oluşturulması

Google-Earth programında oluşturulan, GES Santrali'nin koordinat değerleri, Şekil.4'te gösterildiği üzere Net-Cad programına hesap, nokta editörü menüsü aktif edilerek sırayla girilmektedir. GES Santrali'nin Net-Cad programında oluşturulan koordinat değerleri gösterilmiştir.



Şekil 4: Net-Cad'de Nokta Editörü Menüsü

Bu çalışmadaki değerler; ED-50 (Avrupa Datumu) Formatında olduğundan, ITRF (Uluslararası Datum)'a, Net-Cad programında, Şekil.5'te belirtilen; Ortak Dönüşüm Parametre referans noktalarından alınarak dönüştürülmüştür. Bu referans değerindeki noktalar, Karabük İli, Kadastro Müdürlüğü tarafından yapılan arazi çalışması sonucunda, Karabük'ü çevreleyen yüksek tepelere nirengi yer kontrol

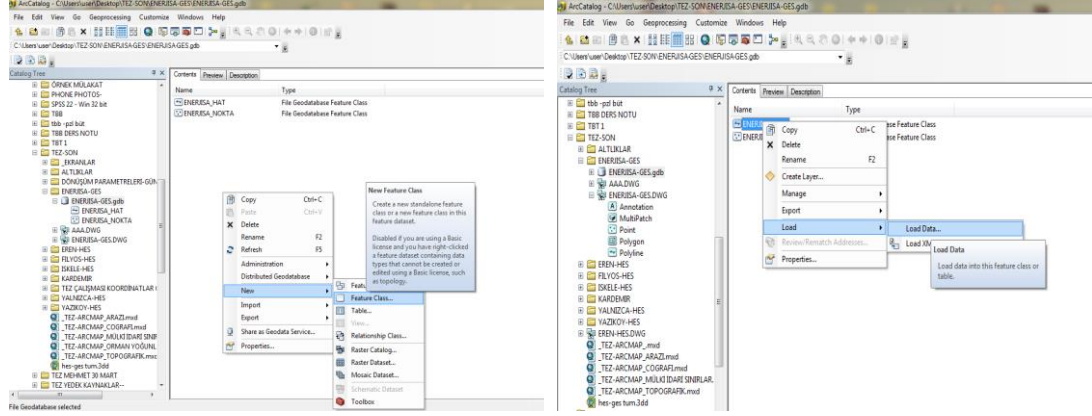
noktaları tesis edilerek elde edilmiştir. Net-Cad programında oluşturulan çalışma, farklı kaydedilerek Autocad programına çevrilmiştir. Bu sayede çalışma, Arc-GIS programında kullanıma hazır hale getirilmiştir.

No:	Nokta Adı	Nokta-Y	Nokta-X	Yeni-Y	Yeni-X	Fark
1	KIRANSIRTI	488484.326	4590000.832	488457.389	4589816.006	
2	CALTEPE	495560.06	4596770.58	495533.152	4596585.684	
3	DORUGAN	499871.338	4583093.457	499844.415	4582908.682	
4	KAMA	495122.825	4586267.906	495095.862	4586083.063	
5	MEZARTEPE	479370.12	4579571.828	479343.196	4579387.033	
6	N.700	471066.878	4567892.551	471039.99	4567707.691	
7	GELINTEPE	488421.435	4566703.425	488394.5	4566518.673	
8	SARIKAYA	485956.71	4557331.439	485929.758	4557146.724	
9	453	471127.97	4550390.78	471100.979	4550206.001	
10	CATAL	470257.2	4562787.9	470230.208	4562603.169	
11	N.11	470987.08	4565414.92	470960.134	4565230.126	
12	N.71	467410.49	4560262.87	467383.546	4560078.026	
13	F283H219/3	445715.306	4556158.884	445688.294	4555974.071	
14	00HGK307	441587.245	4557080.722	441560.288	4556895.949	
15	101	503404.622	4588163.946	503377.555	4587979.041	
16		0	0	0	0	
17		0	0	0	0	
18		0	0	0	0	
19		0	0	0	0	
20		0	0	0	0	

Şekil 5: Karabük Ortak Dönüşüm Parametre Değerleri

3.4 Arc-GIS'de Haritaların Oluşturulması

Arc-GIS 10.5 programının Arc-Catalog arayüzünü kullanarak, Autocad çizim programında oluşturulan .dwg uzantılı dosya sisteme yüklenmektedir. Dwg uzantılı dosyanın içinde standart olarak Annotation (Etiket), Multipatch (Çoklu yol), Point (Nokta), Polygon (Alan) ve Polyline (Çizgi) katmanları karşımıza çıkmaktadır. Şekil.6'da belirtildiği üzere; New Feature Class Sekmesi aktif hale getirilerek yükleyeceğimiz veriler tek tek seçilmiştir. Load ve load data sekmeleri seçilerek veriler Arc-GIS'e yüklenmiştir.

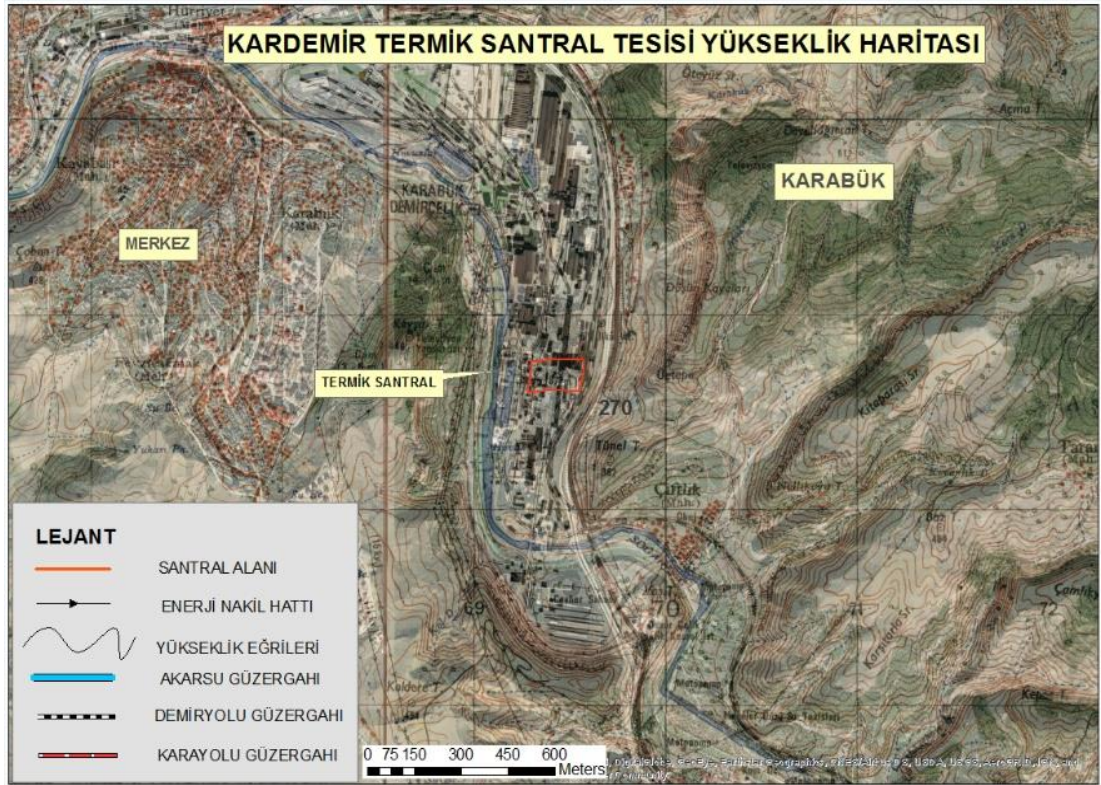


Şekil 6: Arc-GIS'de Veri Yükleme

Bu yükleme sonucunda; Arc-GIS 'de Gdb uzantılı dosyalar oluşturulmuştur. Arc-GIS 'in arayüz programlarından biri olan Arc-Map (Görüntüleme Ara yüz Programı) açılmaktadır. Add data (Veri Ekleme) sekmesinden oluşturulan .gdb dosyasına gidilmektedir. Sonra oluşturulan çizgi ve nokta katmanları çağrılır. Artık çağrılan .gdb dosyaları üzerinde Arcmap arayüz programı yardımıyla, (semboloji, etiket, sorgulama, kaynak) değişiklikler yapılabilmektedir. Çağrılan, .gdb uzantılı projenin çalışma amacına göre Arc-GIS'den harita altlığı çağırma imkânı bulunmaktadır. Arc-GIS Online'ın kendi sunduğu haritalardan; "Imagery (Arazi), Imagery with labels streets (Arazi ve sokak görünümlü haritalar), Topographic (Topoğrafya)" gibi altlık haritalar seçilebilmektedir.

Bu haritalarla birlikte, Harita Genel Müdürlüğü'nün ücretsiz sunduğu Mülki İdari Sınırlar Haritası ve Google Online'ın sunduğu Ormanlık Alan Yoğunluk haritası ilgili sitelerden alınarak, uygun formatta ITRF (Uluslararası Projeksiyon Datum)'una dönüştürülmüş, bu sayede Karabük'ün yenilenebilir enerji haritası üretilmiştir.

Karabük ili, Merkez ilçede bulunan; KARDEMİR termik santralinin konumu, Arc-GIS'de oluşturulan harita üzerinde işaretlenerek Şekil.7'de gösterilmiştir.



Şekil 7: KARDEMİR Termik Yükseklik Haritası

KARDEMİR termik santrali, Şekil.7'de gösterildiği üzere, KARDEMİR fabrika sahasının içerisinde faaliyet göstermektedir. Karabük ili, Merkez ilçede yer alan termik santral, 270 metre yükseklikte bulunmaktadır. Tesisin kurulu gücü 78 MW olup, ana yola yakın şekilde tesis edilmiştir.

3.5 Karabük GES Santralleri

Güneş ışığından enerjinin meydana gelmesi, aynalar veya paneller yardımıyla sağlanmaktadır. Paneller, güneş ışığını elektrik ya da ısı enerjisine dönüştürmektedir. Kolektörler sayesinde güneş enerjisinden termal (sıcak su) oluşmaktadır. Fotovoltaik güneş pilleri (Photovoltaics/PV) ve yoğunlaştırılmış güneş enerjisi şeklinde olan Concentrated Solar Power (CSP) / Concentrated Solar Thermal (CST) (odaklayıcı aynalar) gibi uygulamalarla güneş enerjisinden önce yüksek ısı ve buhar elde edilerek bunun sonrasında elektrik üretimi yapılmaktadır (Oral, 2020, s.486).

Karabük'teki güneş enerji santralleri, arazi ve çatı yan yüzey PV uygulamaları olarak elektrik üretimi sağlamaktadır. Karabük'te Eskipazar ilçesinde Enerjisa GES, Safranbolu ilçesinde Sine GES ve Tema-Trend GES, Merkez ilçede Karabük Üniversitesi GES faaliyet göstermektedir. Güneş enerjisinden 1 MW'lık enerji üretimi

sağlanması için 20000 m² (20 dönüm) araziye, ortalama 4200 adet PV'ye ihtiyaç vardır (Kaya, 2016, s.26).

3.5.1 Enerjisa GES

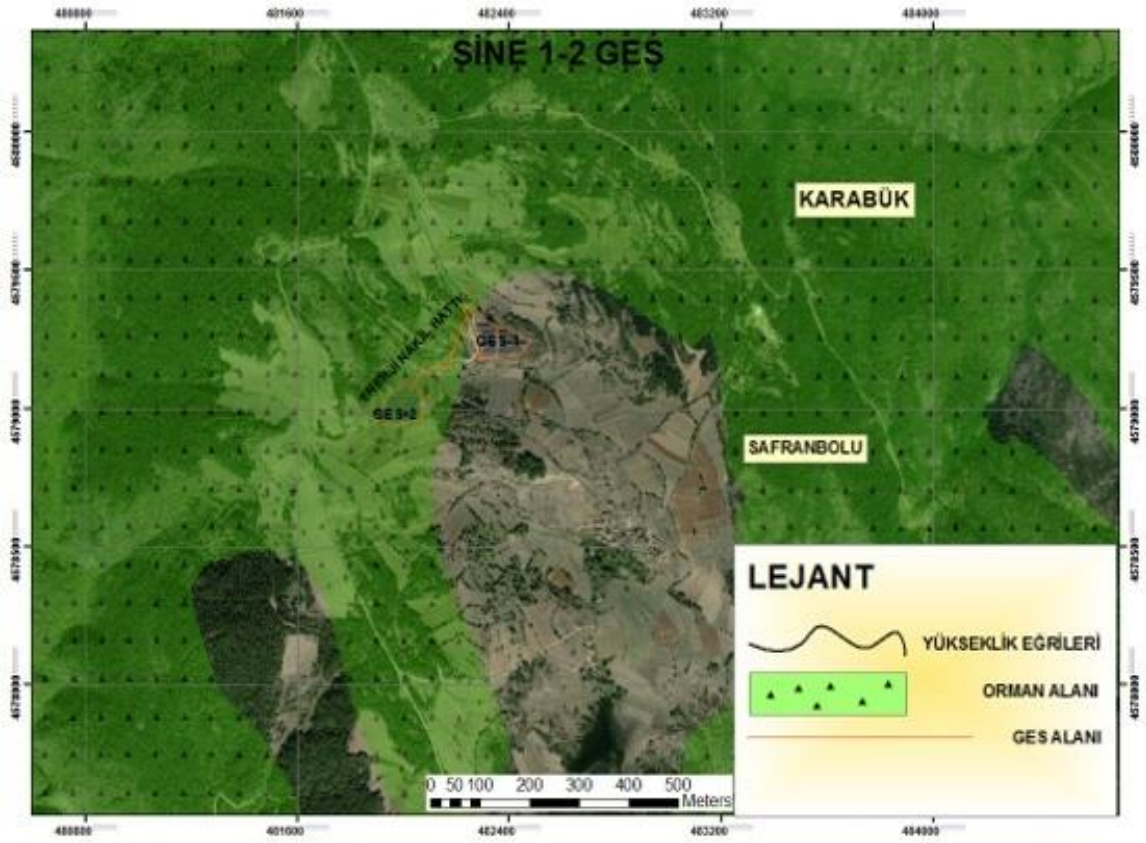
Karabük ili, Eskipazar İlçesi, Bölükören köyünde faaliyet gösteren Enerjisa GES; 7 MW kurulu güçle 14000 m² arazi üzerinde, arazi PV ince film güneş panellerinden elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. Tesiste toplam, 29400 adet fotovoltaik güneş enerjisi paneli kullanılmış olup, 2017 yılında faaliyete girmiştir.

Şekil.8'de görüldüğü üzere, Enerjisa GES 1200 metre yükseklikte bulunmaktadır. Aynı zamanda, Enerji Nakil hattına yakın durumda bulunmaktadır. Bunun nedeni, üretilen elektriğin satılarak, devletin elektrik şebekesine verilmesi içindir. GES santrali ormanlık alanda bulunmamaktadır. Tesis, ana yol arterlerine yakın ve düz araziye tesis edilmiş olup, tesisin çevresinde akarsu yatağı bulunmamaktadır. Enerjisa GES santral alanı; 475200-476000Y, 4531600-4532400 X koordinat değerleri arasında araziye kurulmuştur.

Enerjisa GES santrali inşa edilirken, ilgili şirket, yerel halkı santral çalışmalarında istihdam etmiştir. Gençlerin eğitime katkıda bulunarak sosyal sorumluluk projeleri gerçekleştirilmiştir. Bu projeler kapsamında, bölgedeki gençlere kırtasiye malzemeleri dağıtılmıştır. Santral inşaat çalışmalarında, görev yapan personelin, ulaşım, yemek ve barınma ihtiyaçları Eskipazar bölgesindeki yerel üreticilerden sağlanmıştır. Kent merkezlerine ulaşımın kolaylaşması için, ulaşım yolları yapılarak, kırsal bölgenin en temel sorunu olan içme ve sulama suyu şebekeleri iyileştirilmiştir. Eskipazar ilçesindeki bayanların toplumdaki konumlarını güçlendirmek için arı yetiştiriciliği, yumurta tavukçuluğu, konservecilik, dikiş-nakiş gibi konularda eğitim faaliyetleri düzenlenmiştir (Sürdürülebilirlik, 2021).

3.5.2 Sine Köyü GES

Karabük ili, Safranbolu ilçesi, Sine Köyünde faaliyet göstermektedir. Sine köyü GES, 2 adet 1'er MW'lık GES santralinden oluşmaktadır. Santrallerden farklı şirketler üretim gerçekleştirmektedir. 20 dönümlük arazi üzerine kurulu olan GES'ler, arazi PV'si biçiminde üretim göstermektedir. Santralde toplam, 8400 adet fotovoltaik güneş enerjisi paneli kullanılmış olup, santral 2019 yılında faaliyete girmiştir (Oral, 2020, s.495).

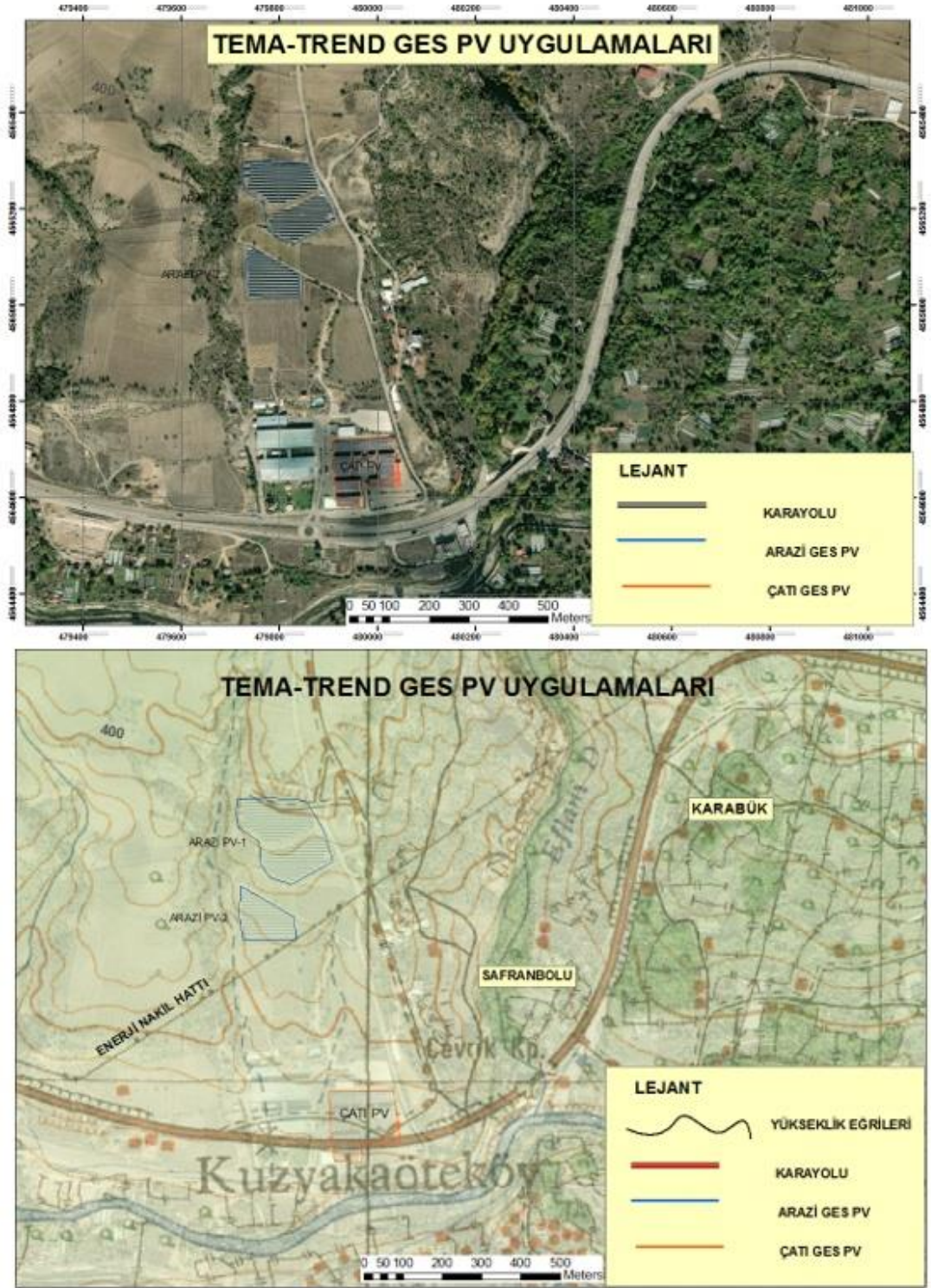


Şekil 9: Sine GES Orman Yoğunluğu ve Arazi Haritaları

Şekil.9 'da görüldüğü üzere, Sine Köyü GES-1 ve GES-2, 950 metre yüksekliğinde olup, yol güzergahına yakın alanda faaliyet göstermektedir. Aynı zamanda, GES-1 orman dışı alanda, GES-2 ormanlık alanda yer almaktadır. Tesisin çevresinde, akarsu yatağı bulunmamakta olup düz araziye tesis edilmiştir. Sine Köyü GES-1 ve GES-2 santral alanları, 481600- 482400 Y,4579000-4579500 X koordinat değerleri arasına inşa edilmiştir.

3.5.3 Tema-Trend GES

Karabük ili, Safranbolu ilçesi, Kastamonu karayolu üzerinde, Kuzyaka Öteköy köyünde faaliyet gösteren bir şirketin AVM çatı PV uygulaması ile 2015'te faaliyete geçmiştir. Bu PV uygulamasının, 0,67 MW kurulu gücü bulunmaktadır. 12 dönüm çatı alanında, 2804 adet panelden elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Aynı zamanda, ilgili firmanın mevcut AVM'ye yaklaşık 300 metre mesafede 2 adet arazi PV uygulaması mevcuttur. Bu PV'ler, 2 MW kurulu güce sahip olup, 2017 yılında tesis edilmiştir. Çatı PV uygulaması ile toplam 2,67 MW kurulu güçle üretim sağlanmaktadır (Oral, 2020, s.494).



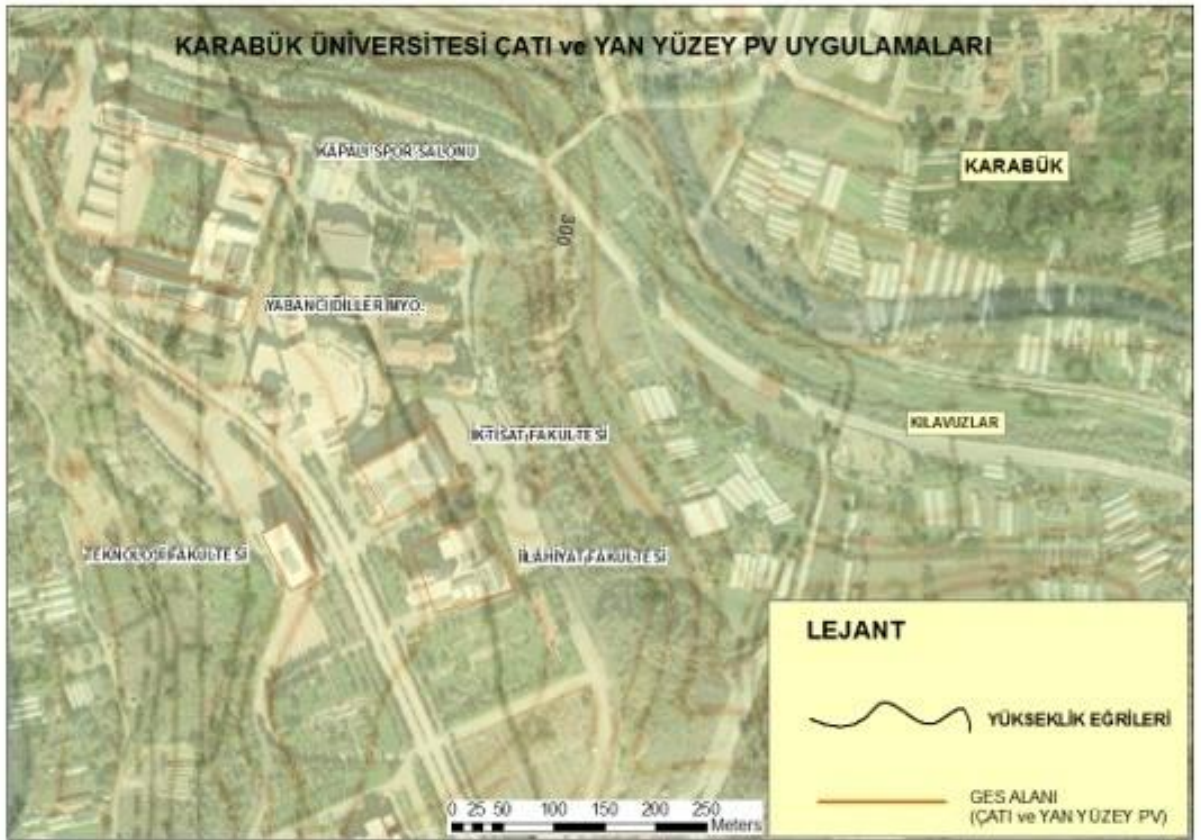
Şekil 10: Tema-Trend GES Arazi ve Yükseklik Haritaları

Şekil.10’da görüldüğü üzere, Tema-Trend arazi PV’si X 4565000-4565400, Y 479600-480000 koordinat değerleri arasında yer almaktadır. Çatı PV’si, X 4564600-4564800, Y 479800-480200 koordinat değerleri arasında bulunmaktadır. Arazi PV’leri 400 metre yükseklikte bulunmakta olup; Enerji Nakil Hattı dağıtım şebekesine ve ana

yol arterlerine yakın şekilde tesis edilmiştir. GES yeri ormanlık arazide bulunmayıp, çevresinde akarsu yatağı yoktur.

3.5.4 Karabük Üniversitesi GES

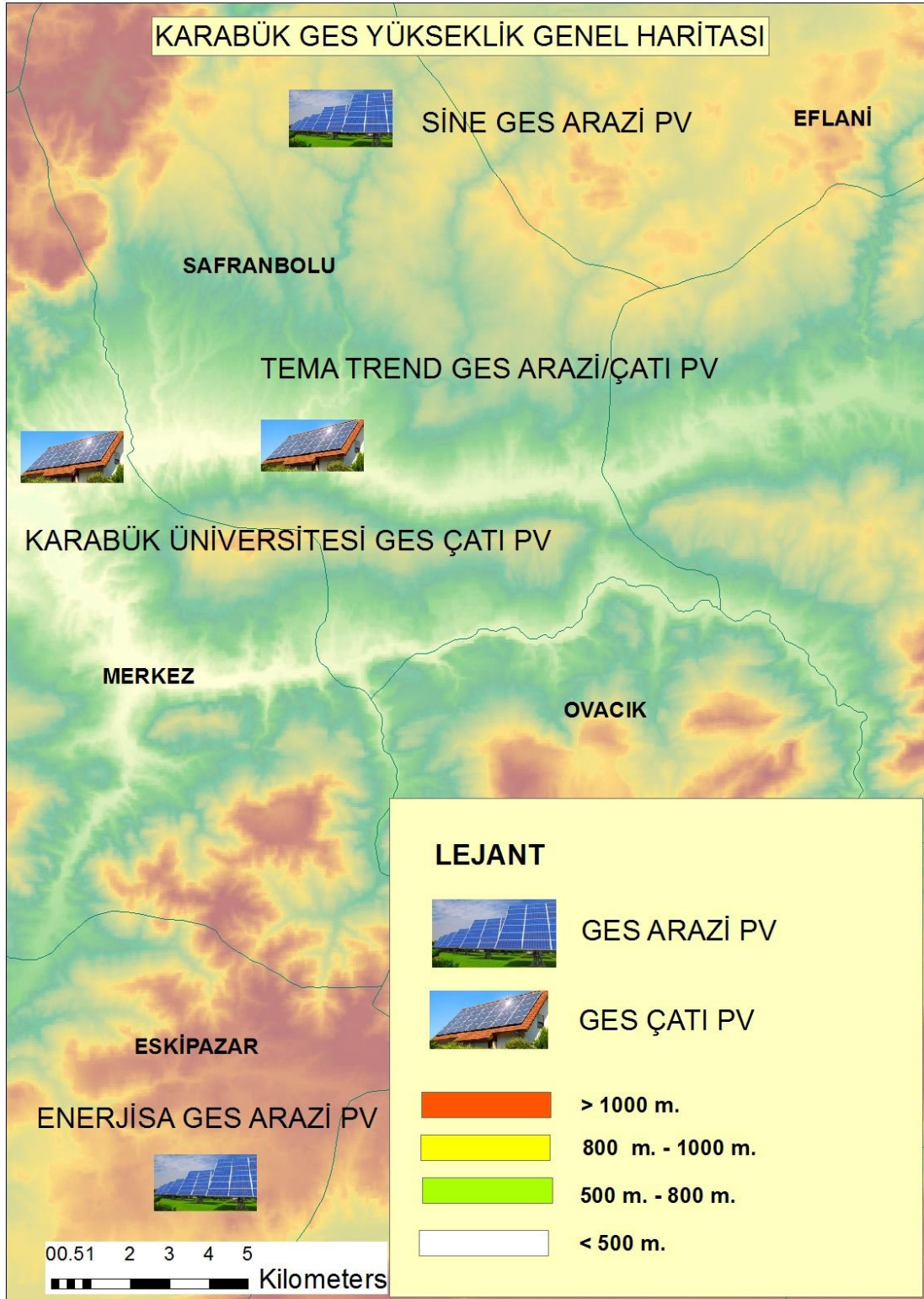
Karabük Üniversitesi çatı ve yan yüzey PV uygulamaları, 10 dönüm alana monte edilmiş olup, 4000 fotovoltaik panel sayesinde 1 MW kurulu güçle elektrik üretimi gerçekleştirmektedir. PV uygulamaları, yeşil kampüs projesi kapsamında, 2019 yılında yapılmıştır. Karabük Üniversitesi, Karabük Kılavuzlar mahallesinde bulunmaktadır. Karabük Üniversitesi GES, İlahiyat Fakültesi, İktisat Fakültesi, Kapalı Spor Salonu, Yabancı Diller Meslek Yüksek Okulu, Teknoloji Fakültesi bina çatılarına PV monte edilerek faaliyete geçirilmiştir (Enerji Portalı, 2021).



Şekil 11: Karabük Üniversitesi GES Arazi ve Yükseklik Haritaları

Şekil.11'de gösterildiği üzere, Karabük Üniversitesi çatı GES'leri, 300 metre yüksekliğinde alana tesis edilmiştir. Aynı zamanda, ormanlık alanda bulunmamaktadır.

Şekil.12'de gösterildiği üzere, Karabük ilinde bulunan GES santrallerinin yükseklik haritası çıkarılmıştır. Renklendirmeden anlaşılacağı üzere, Enerjisa GES arazi PV'si, 1200 metre yükseklikte bulunduğu turuncu, Karabük Üniversitesi GES çatı PV'si, 300 metre yüksekliğinde olduğundan beyaz renkle, Tema-Trend GES arazi ve çatı PV'leri, 400 metre yüksekliğinde olduğundan beyaz renkle, Sine GES arazi PV'leri, 950 metre yüksekliğinde olduğundan sarı renkle gösterilmiştir.



Şekil 12: Karabük Geneli GES Yükseklik Haritası

3.6 Karabük HES Santralleri

Karabük ilinde faaliyet gösteren HES'ler kanal tipi HES şeklindedir. Bu tip HES'ler baraj yeri, su toplama kanalları (düşünün kazanıldığı yer) ve regülatörden (elektriğin üretildiği yer) oluşmaktadır. Barajda toplanan su, su toplama kanalları

vasıtasıyla belli bir düşü kazandırılarak regülatöre giriş yapmakta olup, regülatörün içerisindeki santral binasında jeneratörler yardımıyla elektrik enerjisi elde edilmektedir. Baraj yeri ile regülatör arası mesafe ne kadar yakın olursa, tesisin yapım maliyeti o kadar düşmektedir. Suyun düşü kazandırılması sayesinde, suyun kinetik enerjisi mekanik enerjiye çevrilmektedir. Bu düşü, türbinleri çevirmektedir. Türbinlerde bağlı olduğu jeneratörü çevirmektedir. Bu şekilde elektrik enerjisi elde edilmektedir.

Karabük'te faaliyet gösteren HES'lerin arazi seçiminde, suyun en fazla düşü sağladığı alanlar belirlenmiştir. Bu sayede, su daha yüksekte aşağıya doğru yüksek hızda akacağından jeneratörlerden elektrik üretimi daha fazla yapılmaktadır. HES'ler kurulmadan önce akarsu su seviyeleri ölçümü danışman şirketlerce yapılmıştır. Tesislerden verimli enerji üretimi sağlamak için danışman şirketler, DSİ'nin belli bölgelerde akarsulara kurduğu akım gözlem istasyonları tarafından ölçülen verileri alarak, (su debisi, suyun akış hızı vb.) tesis kurulabilecek uygun akarsuları belirlemiştir. Doğal hayatın korunması için, HES'i işleten şirketler, su toplama kanallarındaki suyun belli bir kısmını doğaya bırakmak zorundadır. Bu miktar, DSİ yetkililerince yıllık olarak belirlenmekte olup, yeterli miktarda suyu doğaya bırakmayan firmalara cezai işlem uygulanmaktadır.

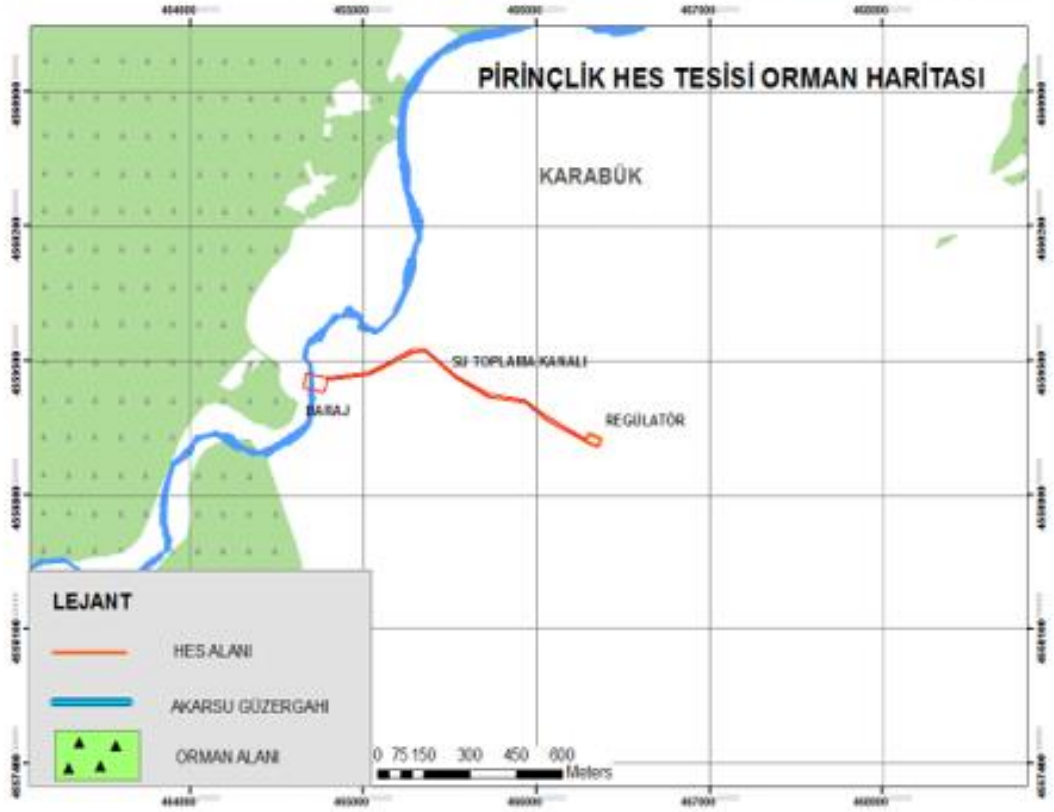
HES'lerde baraj, su toplama kanalı ve regülatör hatları arasında izleme ve komuta kontrolü olarak otomasyon sistemi bulunmaktadır. Kameralar sayesinde görüntüleme sağlanan bu sisteme, SCADA sistemi denilmektedir. SCADA sistemi sayesinde, hattaki elektrik akımı öğrenilmektedir. Aynı zamanda, tesislerde oluşabilecek elektrik arızalarında sistem uyarı vermekte olup bu sayede arızalara kolay müdahale edilebilmektedir. Bunun sonucunda, daha az personelle baraj işletilmesi sağlanarak kaynak tasarrufu oluşturulmaktadır (Arşun,2021).

Karabük ili, Merkez ilçe, Ödemiş köyünde Pirinçlik HES, Bolkuş mevki, Yalnızca mahallesinde Yalnızca HES, Eskipazar ilçesi, Bayındır köyünde İkiler HES, Ovacık ilçesi, Geren mevkiinde Eren HES faaliyet göstermektedir.

3.6.1 Pirinçlik HES

Şekil.13'te gösterilen, Karabük ili, Merkez ilçe, Ödemiş köyünde bulunan Pirinçlik HES regülatör, baraj yeri ve su toplama kanalından oluşmaktadır. Pirinçlik HES baraj yeri, 4558800-4559500 X ve 464000-465000 Y koordinat değerleri

arasında bulunmaktadır. Tesisin regülatör alanı ise 4558800-4559500 X ve 466000-467000 Y koordinatları arasında yer almaktadır. Pirinçlik HES'in su toplama kanalı 1750 metre uzunluğunda olup baraj yeri, Filyos Çayı üzerinde kurulmuştur. 250 metre yükseklikte barajda toplanan su, 300 metre yükseklikte bulunan su toplama kanallarından, 50 metrelik düşü kazanarak regülatöre akmaktadır. Bu sayede elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Tesisin kurulu gücü 21 MW'dır. HES tesisi ormanlık alanda bulunmamaktadır. Tesis, enerji nakil hattı ve ana yol arterlerine yakın durumda konumlandırılmıştır. HES'in regülatör ile baraj yeri arası mesafesi 1,75 km'dir.



Şekil 13: Pirinçlik HES Tesisi Yükseklik ve Orman Yoğunluğu Haritaları

3.6.2 Yalnızca HES

Şekil.14'te gösterilen tesis, regülatör, baraj yeri ve su toplama kanallarından oluşmakta olup bu alanlar ormanlık sahada kalmaktadır. Arazi dağlık olduğundan, dağlık bölge oyularak tüneller vasıtasıyla su taşınmıştır. Taşınan suyun, kanal uzunluğu 1850 metredir. HES'in regülatör binası, Karabük ili, Merkez ilçesi, Bolkuş mevkiinde, baraj yeri ise Filyos Çayı üzerine kurulmuştur. Su toplama kanalı 250 metre yüksekliğinde, regülatör alanı 200 metre yüksekliğinde olduğundan suyun 50 metre düşü kazanılması sağlanarak elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. HES'in kurulu gücü 14 MW'dır. Baraj yeri ve regülatör alanı karayoluna yakın konumdadır. Regülatör yeri, 4558800-4559200 X, 459000-459600 Y, baraj yeri ise 4557600-4558000 X, 461400-462000 Y koordinatları arasında tesis edilmiştir. HES'in regülatör ile baraj yeri arası mesafesi 2,3 km'dir.



Şekil 14: Yalnızca HES Yükseklik ve Orman Yoğunluğu Haritaları

3.6.3 Eren HES

Şekil.15'te gösterilen ilgili tesis, regülatör, baraj yeri ve su toplama kanalarından oluşmaktadır. Regülatör binası, Karabük ili, Ovacık ilçesi, Geren mevkiinde baraj yeri ise Alakaya mevki, Soğanlı Çayı üzerine inşa edilmiştir. Baraj yeri 700 metre, regülatör alanı 500 metre yüksekliğinde olduğundan toplama kanallarından gelen su 200 metre düşü kazanarak regülatöre inmekte olup elektrik üretimi sağlanmaktadır. Tesisin kurulu gücü 35 MW'tır. Regülatör ve su toplama kanalları ormanlık alanda, baraj yeri ise orman dışı alanda kalmaktadır. Arazi dağlık ve engebeli olduğundan, dağlık bölge oyularak tüneller yardımıyla su kanalları oluşturulmuştur. Su kanal uzunluğu 23 km'dir. Eren HES regülatörü, 4556000-4560000 X, 486000-492000 Y, baraj yeri ise 4544000-4548000 X, 504000-510000 Y koordinatları arasına tesis edilmiştir. HES'in regülatör ile baraj yeri arası mesafesi 23 km olup, tesis yola yakın şekilde yapılmıştır.

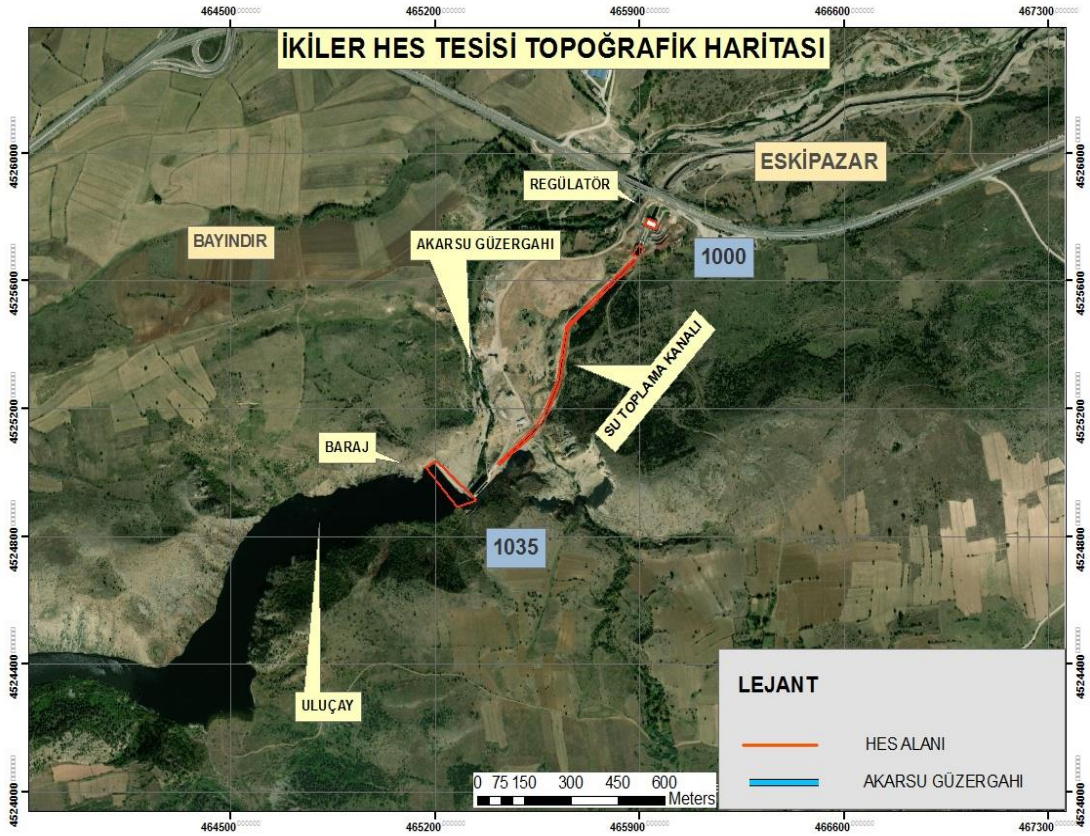


Şekil 15: Eren HES Orman Yoğunluğu ve Yükseklik Haritaları

3.6.4 İkiler HES

Şekil.16'da gösterilen tesis, regülatör, baraj yeri ve su toplama kanalından meydana gelmektedir. İkiler HES tesisi, Karabük-Ankara karayoluna cephelidir.

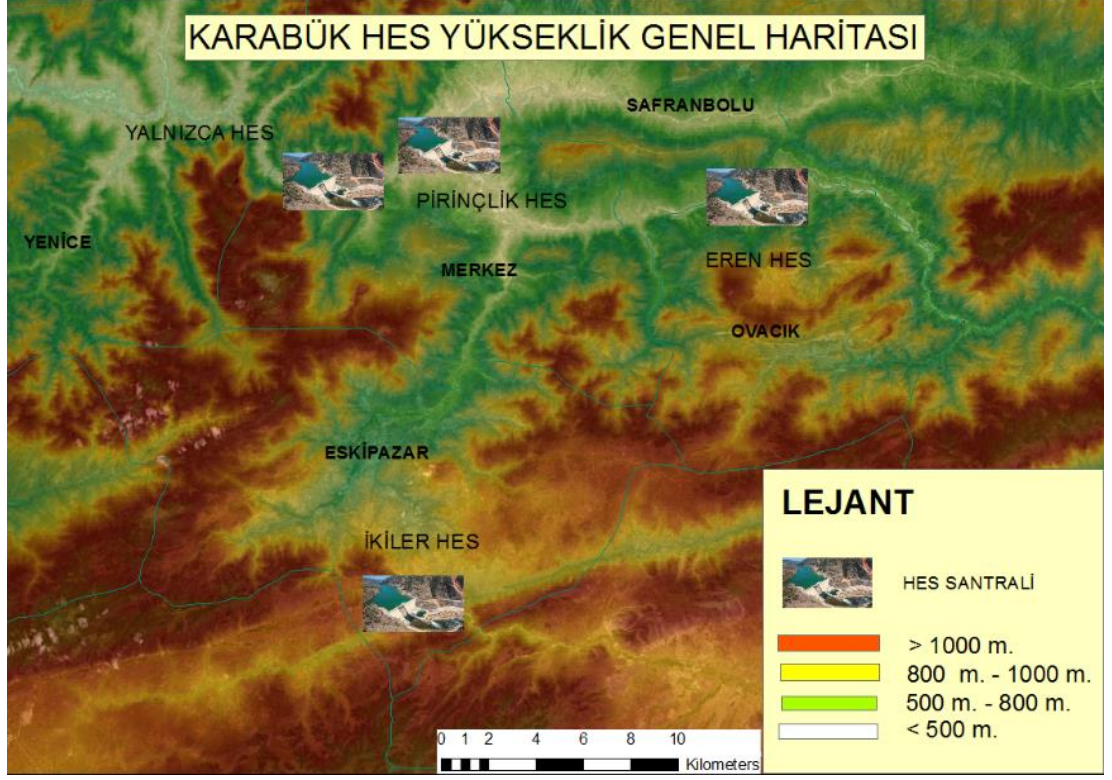
Regülâtör alanı, Karabük ili, Eskipazar ilçesi, Bayındır mevkiinde baraj yeri ise Uluçay üzerine tesis edilmiştir. Baraj yeri, 1035 metre regülâtör alanı ise 1000 metre yüksekliğinde olduğundan toplama kanallarından gelen su 35 metre düşü kazanarak regülâtöre doğru akarak elektrik üretimi gerçekleştirilmektedir. Tesisin kurulu gücü 6,12 MW'tır. Regülâtör ve baraj yeri orman dışı alanda bulunmaktadır. Su toplama kanalının uzunluğu, 1100 metredir. İkiler HES regülâtörü, 4525600-4526000 X, 465900-466600 Y, baraj yeri ise 4524800-4525200 X, 465200-465900 Y koordinatları arasında tesis edilmiştir. HES'in regülâtör ile baraj yeri arası mesafesi 1,1 km'dir.



Şekil 16: İkiler HES Topoğrafik Haritası

Karabük ilinde faaliyet gösteren HES'lerin regülâtör ve baraj yerlerinin yüksekliklerine göre oluşturulan yükseklik haritası, Şekil.17'de verilmiştir. Bu haritaya göre, Karabük ili, Merkez ilçede bulunan Yalnızca HES'in, regülâtör ve baraj yerinin yüksekliği, 200-250 metre arasında olduğundan beyaz renkte gösterilmiştir. Merkez ilçede bulunan, Pirinçlik HES'in regülâtör ve baraj yerinin yüksekliği, 250-300 metre arasında olduğundan beyaz renkte gösterilmiştir. Karabük ili, Ovacık ilçesinde bulunan Eren HES'in regülâtör ve baraj yerinin yüksekliği, 500-700 metre arasında olduğundan yeşil renkte gösterilmiştir. Karabük ili, Eskipazar ilçesinde

bulunan İkiler HES'in, regülatör ve baraj yerinin yüksekliği 1000-1035 metre arasında olduğundan turuncu renkte gösterilmiştir.



Şekil 17: Karabük Geneli HES Yükseklik Haritası

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Türkiye'nin enerji kaynakları genel olarak tanıtılarak özellikle ülkenin yenilenebilir enerji kaynakları politikası tanıtılmaya çalışılmış, ayrıca sürdürülebilirlik ve enerji ilişkisi açıklanmıştır. Saha çalışması kapsamında ise, Karabük'te bulunan yenilenebilir elektrik santrallerinin lokasyonları, Arc-GIS (Harita Çizim) programında topoğrafik, arazi, orman yoğunluğu, mülki idari sınırları haritalarından yararlanılarak gösterilmiş olup, bu haritalardan tesislerle ilgili çıkarımlarda bulunulmuştur.

Karabük'ün, yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji üretimi toplam 166,79 MW olup, enerji üretiminin büyük çoğunluğunu hidroelektrik santraller oluşturmaktadır. Bu enerji üretim tesislerinin; 4'ü HES (Hidroelektrik Santral), 7'si GES (Güneş Enerjisi Santrali) arazi ve çatı PV'si şeklinde, 1'i ise Termik santraldir. Hidroelektrik santrallerin 2'si Karabük'te, 1'i Ovacık'ta, 1'i Eskipazar ilçesinde faaliyet göstermektedir. Güneş Enerjisi Santrallerinin, Karabük ili, Safranbolu ve Eskipazar ilçelerinde, termik santralinde Karabük ilinde enerji üretimi sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Karabük'te, rüzgâr enerji santrali projesi yapan şirkete, 19.07.2018-19.01.2021 tarihleri arasını kapsayacak şekilde, EPDK tarafından ön lisans verilmiş olup, elektrik üretim lisansı alındıktan sonra projenin Yenice ilçesinde hayata geçirilmesi düşünülmektedir. Hidroelektrik santraller, Filyos, Araç, Uluçay, Soğanlı ve Gerede çaylarına kurulmuş olup, Karabük ilinin, en önemli su kaynağı Filyos çayıdır.

Karabük'te üretim yapan HES'ler incelendiğinde, HES'lerin kanal tipinde olduğu gözlemlenmiştir. Kanal tipi HES'ler, baraj yeri, su toplama kanalı ve regülatörden oluşmaktadır. Söz konusu HES'lerde, regülatör ile baraj yerinin birbirine yakın olması kurulum maliyetini azaltmaktadır. Çünkü, bu sayede baraj ve regülatör arasına kurulacak su toplama kanalı tesisinin mesafesi de kısılacığından bu işle ilgili daha az inşaat yapılacaktır. Bu kapsamda, baraj yeri ile regülatör arası mesafesi 1,1 km ile en kısa olan tesisin, Eskipazar'da faaliyet gösteren İkiler HES olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle, bu tesisin kurulum maliyeti diğer tesislerden daha düşük olduğundan bu durum ilgili firmaya kazanç sağlamıştır.

Karabük ve Ovacık ilçesinde faaliyet gösteren HES'ler, yüksek orman arazilerine kurulmuştur. Bundan dolayı, HES'lere su taşıyan su toplama kanalları, dağlar delinerek tüneller vasıtasıyla geçirilmiştir. Bu tesislerin yüksek yerlere

kurulmasının nedeni, su toplama kanalından regülatöre akan suyun, yüksek hızda bir debi kazanması sağlanarak daha fazla elektrik üretimi gerçekleştirmektir.

Karabük'te faaliyet gösteren HES'ler incelendiğinde, Ovacık ilçesinde enerji üretimi gerçekleştiren Eren HES, 200 metre su düşü değeri ile en fazla düşüye sahip olan HES tesisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle, Eren HES, Karabük'te bulunan HES'lerin içerisinde, enerji üretiminde 35 MW üretim ile 1. sırada yer almaktadır.

Karabük'te faaliyet gösteren HES'lerin, saha ve alan kontrolleri kameralar yardımıyla SCADA otomasyon sistemi ile kontrol edilerek, oluşacak arızalara anında müdahale edilmektedir. SCADA sistemi sayesinde, daha az personelle işletmecilik yapılarak, şirketlere gelir artışı sağlanmaktadır.

HES ve GES tesislerinin, ekipman ve teçhizatlarının, kolay bir şekilde taşınması sağlanarak, tesislerin ilk kurulum ve nakliye bedellerinin azaltılması için, bu tesisler ana yol arterlerine yakın şekilde kurulmuştur. HES ve GES'lerden üretilen elektrik, enerji nakil hattı vasıtasıyla devletin elektrik şebekesine satılmaktadır. Enerji nakil hatları ile üretim tesisleri arasındaki mesafe arttıkça, tesislerin üretim maliyetleri de artmaktadır. Karabük'te faaliyet gösteren enerji üretim tesislerinin, enerji nakil hattı şebekelerine yakın şekilde inşa edildiği anlaşılmaktadır. Bu sayede, Karabük'te enerji üretimi gerçekleştiren firmalar, enerji nakil hattı inşa etmeyeceklerinden dolayı bu masraftan kurtularak gelir kaybı yaşamamaktadır.

Türkiye genelinde olduğu gibi, Karabük'te de güneş enerjisi kullanımı, genellikle sıcak su temini için yapılmaktadır. Ancak, bu alanda yaşanan teknolojik gelişmelerin takip edilmesi neticesinde, güneş enerjisinden elektrik üretimi yapılmasına yönelik çalışmalar hızlandırılmıştır. Bu kapsamda, Karabük'te faaliyet gösteren GES'ler, arazi PV'si ve çatı PV'si olarak karşımıza çıkmaktadır.

Arazi PV'leri, güneş ışığını engelleyecek ve gölgeleme yapmayan az eğimli ve düz arazilere kurulmuştur. Çünkü, engebeli arazilere tesis kurulumunda, arazide kazı yapılacağından tesisin inşaat maliyeti artacaktır. Ayrıca, engebeli ve gölgelenmenin olduğu arazilerde, PV'lere güneş ışığı eğik geleceğinden tesisler, verimli enerji üretimi sağlayamamaktadır. Sel ve taşkınlara karşı tesisleri korumak için, arazi PV'leri, akarsu yataklarına uzak alanlara tesis edilmiştir. Çatı PV'lerini incelediğimizde, özel bir AVM'nin çatısına monte edilen PV, şirketin elektrik ihtiyacını karşılamakla beraber,

Üretim fazlası elektriği devletin elektrik Şebekesine sattığı anlaşılmıştır. Bir diğer çatı PV'si ise, Karabük niversite YerleŐkesindeki binaların üzerine çatı ve yan yüzey PV'si Şeklinde montelenmiŐ olup, niversitenin enerji ihtiyaçının yaklaşık %40'lık kısmını karŐılayarak, elektrik maliyetlerini azaltmıŐtır. Bu sayede, kamu kaynaklarının verimli kullanılması sağlanmıştır.

GES'lere envanter çalışması olarak baktığımızda, GES'lerden 1 MW elektrik üretimi sağlamak için, ortalama 4200 adet solar PV kullanılması gerekmekte olup, minimum 20 dönüm arazi üzerine tesisin kurulması gerektiği sonucuna varılmıŐtır. Bunlar kurulum maliyetlerini etkileyen kriterlerdir.

Karabük'teki GES ve HES santrallerinin yükseklik haritalarından anlaşılacağı üzere, en yüksek GES santrali, Eskipazar'da faaliyet gösteren Enerjisa GES 1200 metre yüksekliğinde, en yüksek HES santralinin ise, Eskipazar'da faaliyet gösteren İnkiler HES regülatör yeri 1000 metre, baraj yeri 1035 metre olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Karabük'te faaliyet gösteren bir firma, GES tesisi kurulumunda, santral inŐaatının yapım çalışmalarında, o yre halkından insanları iŐe alarak istihdam sağlamıştır. Bu sayede, yerel halk projeye dahil edilerek, bölgede yerel kalkınmaya katkı sağlanmıştır. İlgili firma tarafından, kent merkezine ulaşım için yollar tesis edilerek sulama Şebekeleri iyileştirilmiştir. Bunun sonucunda, bölgedeki halkın sürdürülebilir kalkınmasına destek olmuştur.

Karabük'te faaliyet gösteren HES ve GES tesisleri özel sektör tarafından iŐletilmektedir. Kamu kurumlarımız; Belediye ve İller Bankası gibi ilgili kurumlardan finans desteği alarak HES, GES retim tesislerini yaygınlaŐtırarak faaliyete geçirmelidirler. Bunun sonucunda, elektrik üretimi ucuzlayarak vatandaŐlara ekonomik katkı sağlanacaktır.

KAYNAKÇA

- Acaroğlu, M. (2007). *Alternatif Enerji Kaynakları*. İstanbul: Nobel Yayıncılık.
- Adaçay, F. (2014). Türkiye için Enerji ve Kalkınmada Perspektifler. *Aksaray Üniversitesi İİBF. Dergisi*, 6 (2), ss. 87-103.
- Akkoyunlu vd. (2006). Enerji Üretimi ve Çevresel Etkileri. *Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi, 14. Stratejik Raporu*.
- Akova, İ. (2008). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Aksu, C. (2011). *Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre*. Denizli: Güney Ege Kalkınma Ajansı.
- Aksungur, M., Ak, O., & Özdemir, A. (2011). Nehir tipi hidroelektrik santrallerinin sucul ekosisteme etkisi: Trabzon Örneği. *Journal of Fisheries Sciences*, 5(1), ss.79-92.
- Akyıldız, F. (2011). Binyıl Kalkınma Hedefleri İnsan Hakları ve Demokrasi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2 (14), ss. 39-60.
- Akyol H. (2020). Teknolojik İnovasyon Sürdürülebilir Kalkınma Üzerinde Teşvik Edici Bir Faktör Müdür? *Aydın Üniversitesi, İktisat Fakültesi Dergisi*, 5 (2), ss.14-24.
- Algan, N. (2001). Enerji ve Çevre Etkileşimi Konusunda Uluslararası Tüzel Düzenlemeler ve Türkiye. *Türkiye III. Enerji Sempozyumu: Küreselleşmenin Enerji Sektöründe Yapısal Değişim Programı ve Ulusal Enerji Politikaları*. Düzenleyen: TMMOB. Ankara. 5-6 Aralık 2001.
- Arsun, İ. (2021). Enbatı HES Müdürü Görüşleri.
- Altaş, İ., Şahin, E. (2019). Dünyada ve Türkiye'de Dalga Enerjisi. *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Elektrik Mühendisliği Dergisi*, (465), ss. 43-53.
- Altunbaş, D. (2004). Uluslararası Sürdürülebilir Kalkınma Ekseninde Türkiye'deki Kurumsal Değişimlere Bir Bakış. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Biga İİBF Yönetim Bilimleri Dergisi*, (1-2), ss.103-118.
- Altuntaşoğlu, Z. (2005). Yenilenebilir Enerji Avrupa Birliği ve Türkiye Müktesebatı. *TMMOB Türkiye V. Enerji Sempozyumu Bildirileri*. Düzenleyen: TMMOB. Ankara. 21-23 Aralık 2005.

- Arı, S. (2019). *Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerine Ulaşılması İçin Türkiye'de Tarım-Çevre Özelinde Politika Önerilerinin Geliştirilmesi*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Ataman, A. (2007). *Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Bakırtaş, O. (2020). *Orman Ürünleri Transportunda En Uygun Güzergahın CBS ile Belirlenmesi*. Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Baş P., Demir N. (2020). Avrupa Birliği'nin Enerji Sorunsalında Yenilenebilir Enerji: Kaynaklarının Yeri ve Geleceği, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İİBF. Dergisi, 7 (3), ss.806-831.
- Başkent Elektrik. (2021). Lisanssız Elektrik Üretimi. (2021, 28 Mart). Erişim Adresi:
<https://www.baskentedas.com.tr/Pages/Bilgilendirme/YasalBildirimler/Lisanssiz-Elektrik-Uretimi-Basvurulari.aspx>
- Bayındır, M. S. (2010). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Avrupa Birliği ve Türkiye Uygulamaları*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Bayraç, H. N. (2009). Küresel Enerji Politikaları ve Türkiye: Petrol ve Doğalgaz Kaynakları Açısından Bir Karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Dergisi*, 10 (1), ss. 115-142.
- Behçet vd., (2014). Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli Bakımından Malatya İlinin Doğu Anadolu Bölgesindeki Yeri. *Bitlis Eren Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 3 (1), ss.65-73.
- Benek, S. (2009). Ortaya Çıkışı Gelişme Seyri ve Bölgeye Etkileri Bakımından Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP). *Ankara Üniversitesi, SBF Dergisi*, (64) 3, ss.46-63.
- Birleşmiş Milletler (2021). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları. (2021, 21 Şubat). Erişim Adresi:<https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html>
- BOTAŞ(2020a). Dünyanın en büyük FSRU gemisi BOTAŞ'ta. (2020, 22 Nisan).Erişim Adresi: <https://www.botas.gov.tr/Icerik/dunyanin-en-buyuk-fsru-gemisi/42>

- BOTAŞ (2020b). BOTAŞ'ın yeni FSRU Gemisi: Ertuğrul Gazi. (2020, 22 Nisan). Erişim Adresi: <https://www.botas.gov.tr/Icerik/botasin-yeni-fsru-gemisi-ert/288>
- BOTAŞ (2020c). Tamamlanan Önemli Projelerimiz. (2020, 20 Nisan). Erişim Adresi: <https://www.botas.gov.tr/Sayfa/tamamlanan-onemli-projelerimiz/504>
- Bozkaya A., Nakiboğlu Ş. (2019). Sürdürülebilir Kalkınma Kapsamında Çevre Zirveleri. *Route Educational Social Science Journal Dergisi*, 6 (11), ss. 934-950.
- Bozkır, S. (2015). *Enerjinin Dış Ticaret Üzerine Olan Etkisinin İncelenmesi; Türkiye Örneği*. Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Karabük.
- Boztepe, M. (2009). İzmir ve Çevresinde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Potansiyeli ve Kullanımı. *İzmir Kent Konseyi 1. İzmir Kent Sempozyumu*. Düzenleyen: TMMOB. İzmir. 8-10 Ocak 2009.
- BP (2020). İngiliz Petrol Şirketi. *2020 Dünya Enerji Sektör Raporu*.
- Bulut E., Akçaçı T. (2017). Endüstri 4.0 ve İnovasyon Göstergeleri Kapsamında Türkiye Analizi. *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, Sayı:7, ss. 50-72.
- Ceka Danışmanlık (2020). Enerji Yatırım Teşvikleri (Ges, Hes, Res). (15 Aralık, 2020). Erişim Adresi: <https://www.cekadanismanlik.com/Sayfa/721/enerji-yatirim-tesvikleri-ges-hes-res>
- Çanka Kılıç, F. (2011). Güneş Enerjisi Türkiye'deki Son Durum ve Üretim Teknolojileri. *Kocaeli Üniversitesi, Mühendis ve Makina Dergisi*, 56(671),ss. 28-40.
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (2010). *Türkiye İklim Değişikliği Stratejisi Belgesi*. Ankara.
- Çepik, B. (2015). *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Politikaları*. Maltepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İİBF. İktisat Anabilim dalı Doktora Tezi.
- Çimen, F. (2001). Enerjinin Etkin Kullanımı Verimlilik ve Tasarruf. *TÜBİTAK Enerji Politikaları Dairesi Elektrik Mühendisliği Dergisi*, ss.25-29.
- Çukurçayır, M. Â., Sağır, H. (2008). Enerji Sorunu, Çevre ve Alternatif Enerji Kaynakları. *Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi*, (20), ss.257-278.

- Dağdeviren S. (2019). *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Çevre Politikaları*. Başkent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İİBF. Yüksek Lisans Tezi.
- Darıcı ve Büker (2011). Türkiye'deki Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Ekonomiye Etkisi. *Uluslararası 9. Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi Bildirileri*. Düzenleyen: Saraybosna Üniversitesi. Saraybosna. 23-25 Haziran 2011.
- Demir İ., Emeksiz C. (2016). Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Türkiye Potansiyeli ve Kullanımı. *EEB 2016 Elektrik-Elektronik ve Bilgisayar Sempozyumu*. Düzenleyen: Gaziosmanpaşa Üniversitesi. Tokat. 11-13 Mayıs 2016.
- Deniz, S. (2018). *Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Potansiyeli ve Politikalarının Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Değerlendirilmesi*. Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Antalya.
- Denizli Büyükşehir Belediyesi (2020). Büyükşehirden 3. Güneş Enerji Santrali. (11 Kasım, 2020). Erişim Adresi: <https://denizli.bel.tr/Default.aspx?k=haber-detay&id=19470>
- Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü (DSİ) (2019). *2019 Yılı Faaliyet Raporu*. Ankara.
- Dickson, M. H. ve Fanelli, M. (1995). *Geothermal Energy Utilization and technology*. England: Unesco Publishing.
- Dulupçu M.A. (2000). Sürdürülebilir Kalkınma Politikasına Yönelik Gelişmeler. *Dış Ticaret Dergisi*, 1 (20), ss.46-70.
- Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (DEKTMK). *Türkiye Enerji Raporu 2007*. Yayın No: 0004/2007. Ankara: Poyraz Ofset.
- Dünya Gazetesi (2021). Karbon Vergisi Tasarısı Haziran'da Sunulacak. (2021, 21 Şubat) Erişim Adresi: <https://www.dunya.com/ekonomi/karbon-vergisi-tasarisi-haziranda-sunulacak-haberi-607602>
- EBSO (2015). *"Sanayi 4.0"*, Ege Bölgesi Sanayiciler Odası, Araştırma Müdürlüğü.
- Elektrik Piyasası Kanunu (2013, 14 Mart). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı:28603). Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/03/20130330-14.htm>
- Elibüyük, U., Üçgül İ. (2016). Okyanus Termal Enerji Dönüşüm (OTEC) Sistemi. *Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitü Dergisi*, 9 (1), ss. 87-94.
- Enerji Atlası (2021). Güneş Enerji Santralleri (2021, 3 Nisan). Erişim Adresi: <https://www.enerjiatlası.com/gunes/>

- Enerji Beş Temiz Enerji Portalı. Dalga Enerjisi Nedir? Dalga Enerjisinin Avantajları Nelerdir? (2020, 3 Haziran). Erişim Adresi: <https://www.enerjibes.com/dalga-enerjisi/>
- Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu. Elektrik Piyasası Mevzuat Yönetmeliği. (2020, 10 Mayıs). Erişim Adresi: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/23-2-3/mevzuat>
- Enerji Portalı (2020a). YEKA GES-1 İçin Yeni Bir Anlaşma Yapıldı. (2020, 5 Haziran). Erişim Adresi: <https://www.enerjiportali.com/yeqa-ges-1-icin-yeni-bir-anlasma-yapildi/>
- Enerji Portalı (2020b). Türkiye'nin En Büyük Biyokütle Enerji Santrali Üretime Geçti.(2020,5Haziran). Erişim Adresi: [https://www.enerjiportali.com/turkiyenin-en-buyuk-biyokutle-enerji-santrali-uretimegecti/#:~:text=AFYONKARAH%C4%B0SAR%20\(Enerji%20Portal%C4%B1\)%20E2%80%93%20M%C4%B0MSAN,Elektrik%20Santrali%E2%80%9Dni%20devreye%20ald%C4%B1](https://www.enerjiportali.com/turkiyenin-en-buyuk-biyokutle-enerji-santrali-uretimegecti/#:~:text=AFYONKARAH%C4%B0SAR%20(Enerji%20Portal%C4%B1)%20E2%80%93%20M%C4%B0MSAN,Elektrik%20Santrali%E2%80%9Dni%20devreye%20ald%C4%B1)
- Enerji Portalı. (2020c). Rüzgâr Türbinleri Nelerdir? Rüzgâr Türbinleri Çeşitleri Nelerdir? (2020, 6 Haziran). Erişim Adresi: <https://www.enerjiportali.com/ruzgar-turbini-nedir-ruzgar-turbini-cesitleri-nelerdir/>
- Enerji Portalı(2021). Karabük Üniversitesi 1 MW'lık GES ile Elektrigini Üretiyor. (2021, 28 Mart). Erişim Adresi: <https://www.enerjiportali.com/karabuk-universitesi-1-mwlik-ges-ile-elektrigini-uretiyor/>
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020a).Petrol. Erişim Adresi:<https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-petrol> (Erişim Tarihi: 7.6.2020).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020b). Doğal Gaz. Erişim Adresi: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-dogalgaz> (Erişim Tarihi: 11.6.2020).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020c). Doğal Gaz Boru Hatları ve Projeleri. Erişim Adresi: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-dogal-gaz-boru-hatlari-ve-projeleri> (Erişim Tarihi: 15.6.2020).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020d). Nükleer Enerji. Erişim Adresi: <https://www.enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-nukleer-enerji> (Erişim Tarihi: 17.6.2020).

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020e). Güneş. Erişim Adresi: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-gunes> (Erişim Tarihi: 19.6.2020).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020f). Jeotermal. Erişim Adresi: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-jeotermal> (Erişim Tarihi: 20.6.2020).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020g). Hidrolik. Erişim Adresi: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-hidrolik> (Erişim Tarihi: 21.6.2020).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2020h). İlgili Kuruluşlar. Erişim Adresi: <https://enerji.gov.tr/ilgili-kuruluslar> (Erişim Tarihi: 22.6.2020).
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. *2015-2019 Stratejik Planı*. 2014 Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. *2019-2023 Stratejik Planı*. 2018 Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2012). *Enerji Verimliliği Strateji Belgesi*. Ankara.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2017). *Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı*. Ankara.
- Enerji Verimliliği Kanunu (2007, 2 Mayıs). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı:26510). Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070502-2.htm>
- Engin, I. (2019). *İklim Değişikliği ile Mücadele Mali Politikalar*. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir.
- Engin E., Akgöz B. (2013). Sürdürülebilir Kalkınma ve Kurumsal Sürdürülebilirlik Çerçevesinde Kurumsal Sosyal Sorumluluk Kavramının Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi İletişim Fakültesi Dergisi*, 8 (1), ss.85-94.
- En Son Haber Merkezi. (2019). Türkiye'nin Türk Akım ve TANAP doğalgaz haritası. (2020, 2 Temmuz). Erişim Adresi: <https://www.ensonhaber.com/turkiyenin-turk-akim-ve-tanap-dogalgaz-haritasi.html>
- EPDK. Elektrik Piyasası Mevzuat Listesi. (2020, 2 Temmuz). Erişim Adresi: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/23-2-3/mevzuat>
- Erdener, H., Gür, N., Erkan, S., Şengül, E., Eroğlu, E., Baç, N. (2010). *Sürdürülebilir Enerji ve Hidrojen*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık.
- Erdoğan, M. (2019). Türkiye'nin Enerji İhtiyacı ve Nükleer Yatırımları. *İnsamer Dergisi*, ss. 1-4.
- Eroğlu, T. (2010). Sürdürülebilir Yerel Kalkınma ve Kent Konseyleri. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (26), ss.45-55.

- Ersöz, T., Türkoğlu Elitaş, M., Ersöz, F. (2015). OECD Ülkelerinde Biyokütle Enerji Üretimine Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi ile İncelenmesi. *Türk Bilim Araştırmaları Vakfı Dergisi*, ss.1-11.
- EÜAŞ. Elektrik Üretim Anonim Şirketi. (2021, 2 Nisan). Erişim Adresi: <https://www.euas.gov.tr/tr-TR/santraller/hidrolik-santraller>
- Garih, Ü. (2000). *Türkiye Sorunlarına Çözüm Önerileri*. İstanbul: Hayat Yayınları.
- Gerçek, Y. (2018). *Güneş Enerjisi Santralleri için CBS ile En Uygun Yer Tayini: Malatya İli Örneği*. KATÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Göktaş, H. (2018). *Türkiye İçin Pompaj Depolamalı Hidroelektrik Santrallerin Önemi ve Durum Analizi*. Kırklareli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli.
- Gülay, A. N. (2008). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açısından Türkiye'nin Geleceği ve Avrupa Birliği ile Karşılaştırılması*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Güler, Ö. (2005). Dünya ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi. *Türkiye V. Enerji Sempozyumu*. Ankara: TMMOB Elektrik Mühendisleri Oda Yayını.
- Güneş Enerjisine Dayalı Elektrik Üretimi Başvurularının Teknik Değerlendirilmesi Hakkında Yönetmelik (2017, 30 Haziran). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı:30110). Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2017/06/20170630-10.htm>
- Güneş Ölçümleri Uygulamalarına Dair Tebliğ (2014, 17 Haziran). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı:29033). Erişim Adresi: https://www.mgm.gov.tr/enerji/forms/ruzgar-gunes_tebliğ_17062014-1.pdf
- Gürsoy, U. (2004). *Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. Ankara: Türk Tabipler Birliği Yayınları.
- Harmanda, B. (2020). *Türkiye ve Nükleer Enerji: Güvenlik Odaklı Strateji Tercihi*. Hasan Kalyoncu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep.
- Hekimci, F. (2012). Sürdürülebilir Yarınlar İçin; "Sürdürülebilir Tüketim ve Enerji Verimliliği". *Anahtar Dergisi*, ss. 1-16.
- International Energy Agency (IEA) (2020). *How the Energy Sector Can Deliver on a Climate Agreement in Copenhagen. World Energy Outlook Special Report*. Paris: IEA.

- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2020a). Türkiye Enerji Profili. (4 Ekim,2020). Erişim Adresi: https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/Eurasia/Turkey_Eurasia_RE_SP.pdf
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2020b). Enerji Kapasitesi Ülke Sıralamaları. (4 Ekim, 2020). Erişim Adresi: <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2020c). Norveç Enerji Profili. (10 Ocak, 2021). Erişim Adresi: https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/Europe/Norway_Europe_RE_SP.pdf
- International Renewable Energy Agency (IRENA) (2020d). Brezilya Enerji Profili. (10 Ocak,2021). Erişim Adresi: https://www.irena.org/IRENADocuments/Statistical_Profiles/South%20America/Brazil_South%20America_RE_SP.pdf
- İşeri E., Özen C. (2012). Türkiye'de Sürdürülebilir Enerji Politikaları Kapsamında Nükleer Enerjinin Konumu. *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, ss. 161-180.
- İşlem GIS (2004). Arc- GIS Uygulama Dokümanı, Ankara.
- İTÜ (2020). Petrol, Doğal Gaz ve Jeotermal Enerji Hakkında Merak Edilenler.(4 Ekim, 2020). Erişim Adresi: https://web.itu.edu.tr/~yamanlar/faq_t/
- İyi Mühendislik (2020). Dalga ve Akıntı Enerjisi. (2021, 28 Mart). Erişim Adresi: <https://www.hktm.com.tr/dalga-ve-akinti-enerjisi>
- Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu (2007,13 Haziran). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı:26551). Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/06/20070613-1.htm>
- Kapluhan, E. (2014). Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Dalga Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu. *Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Dergisi*, 5 (17), ss. 65-86.
- Karabıçak M., Özdemir M.B. (2015). Sürdürülebilir Kalkınmanın Kavramsal Temelleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 6 (13), ss. 44-49.
- Karabük Belediyesi (2020). Karabük'ün Konumu. (3 Ağustos, 2020). Erişim Adresi: https://www.karabuk.bel.tr/icerik.asp?i_id=39

- Karabük İl Tarım ve Orman Müdürlüğü (2020). Karabük Hakkında. (11 Kasım, 2020). Erişim Adresi: <https://karabuk.tarimorman.gov.tr/Menu/26/Karabuk-Hakkında>
- Karadeniz V., Akpınar E.,Başbüyük A. (2011). Nehir Tipi Hidroelektrik Santraller ve Çevresel Etkileri. *Erzincan Üniversitesi Doğu Coğrafya Dergisi*,16 (26), ss.95-114.
- Karacakaya, E., Özçağ M. (2003). Türkiye Açısından Kyoto Protokolünün Değerlendirilmesi ve Ayrıştırma Yöntemi ile Karbondioksit Emisyonu Belirleyicilerinin Analizi. *VII. ODTÜ Ekonomi Konferansı*. Ankara. 6-9 Eylül 2003.
- Karacakaya, E., Özçağ M. (2004). Sürdürülebilir Kalkınma ve İklim Değişikliği: Uygulanabilecek İktisadi Araçların Analizi. *Kırgızistan-Türkiye Manas Üniversitesi I. Maliye Konferansı*. Bişkek. 16 Nisan 2004.
- Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitü Dergisi*, 3 (1), ss.1-12.
- Kaya, I. (2016). *Güneş Enerjisinin Atıksu Arıtma Tesislerinde Enerji Kaynağı Olarak Kullanılması*, Orman ve Su İşleri Bakanlığı Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Kaypak, Ş. (2011). Küreselleşme Sürecinde Sürdürülebilir Bir Kalkınma İçin Sürdürülebilir Bir Çevre. Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 13 (20), ss.19-33.
- Kılıç C. (2009). Küresel İklim Değişikliği Çerçevesinde Sürdürülebilir Kalkınma Çabaları ve Türkiye. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 10 (2), ss.19-41.
- Kızılkaya, E., Cem, E. (2004). Enerjinin Jeopolitiği: Dünya Üzerindeki Jeo-Ekonomik Mücadele. *Kırgızistan- Türkiye Manas Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 52 (13), ss.1-235.
- Koçaslan, G. (2006). *Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Alternatif Bir Kaynak Olarak Rüzgâr Enerjisinin Değerlendirilmesi*. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Korkmaz, A. (2017). *Türkiye'nin Osmotik Güç Potansiyeli*. Ortadoğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

- Kuban, B., Uyar, T. S. (2007). AB Yenilenebilir Enerji Düzenlemeleri ve Türkiye. *Avrupa Birliği Yenilenebilir Enerji Düzenlemeleri ve Türkiye Çalıştayı*. İstanbul. 15-16 Aralık 2007.
- Kulözü, N. (2005). *Yenilenebilir Enerji Politikaları: Fransa Örneği. III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*Bildiriler Kitabı. Mersin: Elektrik Mühendisleri Odası Mersin Şubesi Yayınları.
- Louis, B. (1973). Stockholm declaration on the human environment, the. *Harv. Int'l. LJ*, 14, 423.
- Maden Tektik Arama Kurumu Genel Müdürlüğü (2019). *2019 Yılı Faaliyet Raporu*. Ankara.
- Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü. (2019). 2018 Yıl Sonu İtibariyle Türkiye Doğalgaz Rezervleri. (5 Ağustos, 2020). Erişim Adresi: http://www.mapeg.gov.tr/petrol/istatistik/2018/2018_Yili_Sonu_Itibariyle_Turkiye_Dogalgaz_Rezervleri.xls
- Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. (2021). Türkiye Ortalama Güneşlenme Süresi (1988-2017).(6 Ağustos, 2020). Erişim Adresi: <https://mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx>
- Muşmul G., Yaman K. (2018). Çevre ve Ekonomi İlişkisi Üzerine Genel Bir Değerlendirme. *Karabük Üniversitesi Ekonomi, İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2 (1), ss. 66-86.
- Oral M. (2020). Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli ve PV Uygulamalarının Yerel Ölçekte Değerlendirilmesi: Karabük İli Örneği. *International Journal Of Geography and Geography Education* (42), ss.482-503.
- Özcan B. (2008). Sürdürülebilir Kalkınma ve Hidrojen Enerjisi. İstanbul Üniversitesi Humanities Sciences Dergisi, 3 (2), ss. 152-160.
- Özdemir vd. (2013). Taşkömürü ve Linyit Kömürlerinin Tuzlu Su İçerisinde Flotasyon Davranışları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13, ss.1-14.
- Özkan Ö. Biçer Ö. (2017). Sürdürülebilir Kalkınma ve Türkiye'de Çevre Politikalarının Değerlendirilmesi. *Marmara Üniversitesi,İktisat Dergisi*, (536), ss.1-21.
- Özmehmet E. (2008). Dünyada ve Türkiye'de Sürdürülebilir Kalkınma Yaklaşımları. *E- Journal Of Yaşar University Science, Unity, Success Dergisi*, 3 (12), ss. 1853-1876

- Özmen T. (2009). Sera Gazı- Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü. *Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi*, 1 (53), ss. 42-46.
- Özsoy C., Dinç A. (2016). Türkiye'nin Fosil Enerji Kaynaklı Sorunlarına Düşük Karbonlu Bir Çözüm: Yeşil Ekonomi. *Econworld Dergisi*, ss.1-15.
- Öztaşkan, G. (2011). *Avrupa Birliği Sürdürülebilir Kalkınma Politikaları Kapsamında Yenilenebilir Kalkınma Politikaları Kapsamında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarına Yönelim ve Türkiye'nin Durumunun Değerlendirilmesi*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Öztürk, H. H. (2013). *Yenilenebilir Enerji Kaynakları*. İstanbul: Birsen Yayınevi.
- Öztürk, İ.& Karpuz, S. (2006). *Türkiye'nin Enerji Ekonomisi ve Petrolün Geleceği*. İstanbul: Tavaslı Matbaacılık.
- Özyurt, M.& Dönmez, G. (2005). Alternatif Enerji Kaynaklarının Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi. *III. Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*. Düzenleyen: Mersin Üniversitesi. Mersin. 19-21 Ekim 2005.
- Rifkin, J. (2015). *Nesnelerin İnterneti ve İş birliği Çağı*. Optimist Yayıncılık:İstanbul.
- Rüzgâr ve Güneş Enerjisine Dayalı Önlisans Başvuruları İçin Yapılacak Rüzgâr ve Rüzgâra Bağlı Elektrik Üretim Başvuruları Hakkında Yönetmelik (2015, 20 Ekim). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı:29508). Erişim Adresi:<https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/07/20190708M1-55.htm>
- Safi, H. (2007). *Türkiye'de Enerji Kaynakları ve İthal Kömürün Yeri*. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Sağlam M., Uyar T.S. (2005). Dalga Enerjisi ve Türkiye'nin Dalga Enerjisi Teknik Potansiyeli. Elektrik Mühendisleri Odası.
- Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001). *Harita, Tapu Kadastro, Coğrafi Bilgi ve Uzaktan Algılama Sistemleri (Arazi ve Arsa Politikaları, Arazi Toplulaştırılması, Arazi Kullanımı) Özel İhtisas Komisyonu Raporu*.
- Seydioğulları, H. (2013). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yenilenebilir Enerji. *TMMOB. Planlama Dergisi*, 23 (1), ss.19-25.
- Sülükçüler, S. (2018). *Yenilenebilir Enerji Potansiyelinin Ortaya Çıkmasında Kamu Teşviklerinin etkisi: OECD Ülkeleri ve Türkiye Karşılaştırması*. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Manisa.

- Süme, V., Semih F. (2020). Hidroelektrik Santraller ve Trabzon İlinde Bulunan Hidroelektrik Santrallerin Şehir ve Doğu Karadeniz Havzası İçin Önemi. *Türk Hidrolik Dergisi*, 4 (1), ss. 11-24.
- Sürdürülebilirlik (2021). Enerjisa Üretim. (2021, 17 Nisan). Erişim Adresi: <https://www.enerjisauretim.com.tr/surdurulebilirlik>.
- Şahin, N. (2019). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Potansiyeli ve Potansiyelin Değerlendirilmesine Yönelik Politikalar*. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale.
- Şen, Z. (2002). *Temiz Enerji Kaynakları*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları
- Şimşek, E. (2005). Deniz Akımları Enerjisi ve Türbinleri. 3. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu Bildirileri*. Düzenleyen: Mersin Üniversitesi. Mersin. 19-21 Ekim 2005.
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (1963). *Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1963-1967)*.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Birinci-Be%C5%9F-Y%C4%B1ll%C4%B1k-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-1963-1967%E2%80%8B.pdf>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (1968-1972). *İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1968-1972)*.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/%C4%B0kinci-Be%C5%9F-Y%C4%B1ll%C4%B1k-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-1968-1972%E2%80%8B.pdf>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (1985-1989). *Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1985-1989)*.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Be%C5%9Finci-Be%C5%9F-Y%C4%B1ll%C4%B1k-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-1985-1989.pdf>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (1990-1994). *Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı (1990-1994)*. DPT: 2174. Ankara.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Alt%C4%B1nc%C4%B1content/uploads/2018/11/Alt%C4%B1nc%C4%B1-Be%C5%9F-Y%C4%B1ll%C4%B1k-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-1990-1994%E2%80%8B.pdf>

- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (1996-2000). *Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (1996-2000)*.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Yedinci-Be%C5%9F-Y%C4%B1ll%C4%B1k-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-1996-2000%E2%80%8B.pdf>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2000). *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005)*. DPT: 2556. ÖİK: 572
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Sekizinci-Be%C5%9F-Y%C4%B1ll%C4%B1k-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-2001-2005.pdf>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2007-2013). *Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013)*.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Dokuzuncu-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-2007-2013%E2%80%8B.pdf>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2014-2018). *Onuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2014-2018)*.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Onuncu-Kalk%C4%B1nma-Plan%C4%B1-2014-2018.pdf>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019-2023). *On birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı (2019-2023)*.
<https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>
- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2001). *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu*. Ankara.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı. *Türkiye'nin Enerji Stratejisi*. 2008Ankara.
- T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı (2019). *Gap'ta Son Durum (8 Ağustos, 2020)*. Erişim Adresi: <http://www.gap.gov.tr/gap-ta-son-durum-sayfa-32>.
- TANAP (2020a). TANAP Nedir. (8 Ağustos 2020). Erişim Adresi: <https://www.tanap.com/tanap-projesi/tanap-nedir/>
- TANAP (2020b). TANAP (Trans Anadolu Doğalgaz Boru Hattı) (8 Ağustos, 2020). ErişimAdresi:http://www.tanap.com/content/file/TANAP_WEB_201812.pdf
- TANAP (2020c). Asrın Projesinde Dev Ortaklık. (8Ağustos, 2020). Erişim Adresi: <https://www.tanap.com/medya/basin-bultenleri/asrin-projesinde-dev-ortaklik/>

- Teknik İçerik Sitesi (2021). Rüzgâr Türbini Tipleri. (11 Mayıs, 2021). Erişim Adresi: <http://www.teknikerik.com/ruzgar-turbini-tipleri.html>
- Terzi, S. (2017). *Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Türkiye'de Uygulanan Çevre Politikası Araçlarının Değerlendirilmesi*. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Tıraş, H. (2012). Sürdürülebilir Kalkınma ve Çevre: Teorik Bir İnceleme, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2 (2), ss. 57-73.
- TMMOB (2008). *Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği Oda Raporu 2008*. Ankara.
- TMMOB (2010). *Türkiye'nin Enerji Görünümü Oda Raporu 2010*. Ankara.
- TMMOB (2020). *Dünyada ve Türkiye'de Enerji Verimliliği Oda Raporu 2020*. Ankara.
- Tunçbilek, Ö. F. (2015). *Yenilenebilir enerji kaynaklarının tarımda ve kırsal kalkınmada kullanımı: Kütahya Simav jeotermal seracılık örneği*. Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Kütahya.
- Turhan, E., Çağatay, H., Keçeçi, A. (2015). Hidroelektrik Santrallerin (HES) Çevresel ve Sosyal Etkileri: Alakır Vadisi Örneği. *4. Su Yapıları Sempozyumu*. Düzenleyen: TMMOB. Antalya. 19-21 Kasım 2015.
- Tutar, F., Eren, M. (2011). Geleceğin Enerjisi: Hidrojen Ekonomisi ve Türkiye. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 3 (6), ss.1-26.
- Türkiye Doğalgaz Dağıtıcıları Birliği. (GAZBİR,2019). *2019 Yılı Doğalgaz Dağıtım Sektörü Raporu*. Ankara.
- Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi Genel Müdürlüğü (TEİAŞ,2020). *Türkiye Elektrik Üretim-İletim 2019 Yılı İstatistikleri*.(10 Ocak,2021). Erişim Adresi: <https://www.teias.gov.tr/tr-TR/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) (2020). Enerji İstatistikleri. (2021, 21 Şubat) Erişim Adresi: https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1029
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu Genel Müdürlüğü. (2019). *2019 Yılı Kömür Linyit Sektör Raporu*. Ankara.
- Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB) (2019). *Türkiye Rüzgâr Enerjisi İstatistik Raporu*.Ankara.

- Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği (TÜREB) (2021). Rüzgâr Enerjisi Santralleri Raporu. (2021, 3 Nisan). Erişim Adresi: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmFmYWY0MTYtNjUyNS00NzQ1LWIwMTMtOTI5ZTNkM2FhYWIxIiwidCI6ImU5YzY0NjU4LWFKMWQtNDUwOS1hODk0LTE2NWZhYjU2NjEyMyIsImMiOjI9>
- Türkiye Sanayi ve Kalkınma Bankası (TSKB, 2021). Sürdürülebilir KalkınmaHedefleri (2021,21 Şubat). Erişim Adresi:<https://www.tskb.com.tr/web/333-3548-1-1/tskb-site-tr-tr-blog/tr-blog-yazilar/surdurulebilir-kalkinma-hedefleri-7-erisilebilir-temiz-enerji>
- TÜSİAD (2016). *Türkiye'nin Küresel Rekabetçiliği İçin Bir Gereklik Olarak Sanayi 4.0 Gelişmekte Olan Ekonomi Perspektifi Raporu*. İstanbul.
- Uluçam, A. (2016). Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi ve Rüzgâr Enerjisi Sistemlerinin Gelişimi. *Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi*, 6 (2), ss.1-13.
- United Nations (UN) (2021). Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları. (2021, 21 Mart). Erişim Adresi: <https://www.tr.undp.org/content/turkey/tr/home/sustainable-development-goals.html>.
- Uşar, D. (2015). *Su Altı Akıntı Türbinlerinin Hidrodinamik Analizi*. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.
- Ürker, O.& Çobanoğlu, N. (2012). Türkiye'de Hidroelektrik Santrallerinin Durumu (HES'ler) ve Çevre Politikaları Bağlamında Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3 (2), ss. 65-88.
- Varınca, K. B. Gönüllü, M. T. (2006). Türkiye'de Güneş Enerjisi Potansiyeli ve Bu Potansiyelin Kullanım Derecesi, Yöntemi ve Yaygınlığı Üzerine Bir Araştırma. *I. Ulusal Güneş ve Hidrojen Enerjisi Kongresi*. Düzenleyen: Osmangazi Üniversitesi.Eskişehir. 21-23 Haziran 2006.
- World Nuclear Association. WNA. (Dünya Nükleer Birliği) (2021). (2021, 21 Şubat). Erişim Adresi: <https://www.world-nuclear.org/information-library/facts-and-figures/world-nuclear-power-reactors-and-uranium-requireme.aspx>
- Yalçın, Z. (2016). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yeşil Ekonomi Düşüncesi ve Mali Politikalar. Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF. Dergisi, 6 (1), ss.749-775.

- Yaman, M. (2018). Türkiye'de Hidroelektrik Santrali Uygulamalarına Çevre Açısından Bakış. *Uluslararası Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 1(5), ss.145-156.
- Yaman, Y. (2002). 21. Yüzyılda Türkiye'nin Enerji Sorunu ve Gerçekler. *Elektrik Mühendisliği Dergisi*.
- Yenilebilir Enerji Kaynakları Kanunu (2005, 10 Mayıs). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı:25819).Erişim Adresi: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2005/05/20050518-1.htm>
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü. Erişim Adresi: <http://www.yegm.gov.tr>
- Yeşil Ekonomi (2021). Türkiye'nin İlk Güneş Enerjisi Santrali Kuruldu. (2021, 28 Mart). Erişim Adresi: <https://yesilekonomi.com/turkiyenin-ilk-gunes-enerjisi-santrali-kuruldu/>
- Yıldız H., Aybar A. (2019). Researches in Economics Econometrics and Finance. London: IJOPEC Publication.
- Yılmaz A. (2019). Türkiye'de Biyogaz Üretimi ve Kurulu Santrallerin Ürettiği Elektrik Enerjisi. *Ecological Life Sciences*, 14 (1), ss.12-28.
- Zaim A., Çavşı H. (2018). Türkiye'de Jeotermal Enerji Santrallerinin Durumu. *Mühendis ve Makine Dergisi*, 59 (691), ss. 45-58.

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: TTK Ruhsatlı Kömür Sahalarına Ait Kömür Kaynağı (ton,2020 Mayıs) ..	25
Tablo 2: Türkiye 2020 Yılı İtibariyle Rüzgâr Enerji Santralleri Profili.....	45
Tablo 3: Bölgesel Ortalama Dalga Yoğunlukları.....	48
Tablo 4: Karabük İli Elektrik Santralleri Güç Değerleri.....	79

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Karabük Mülki İdari Sınırlar Haritası	78
Şekil 2: Google Earth Pro Merkatörü	80
Şekil 3: Google-Earth'de Çalışma Oluşturulması	81
Şekil 4: Net-Cad'de Nokta Editörü Menüsü	81
Şekil 5: Karabük Ortak Dönüşüm Parametre Değerleri	82
Şekil 6: Arc-GIS'de Veri Yükleme	83
Şekil 7: KARDEMİR Termik Yükseklik Haritası.....	84
Şekil 8: Enerjisa GES Arazi Haritaları	86
Şekil 9: Sine GES Orman Yoğunluğu ve Arazi Haritaları	88
Şekil 10: Tema-Trend GES Arazi ve Yükseklik Haritaları	90
Şekil 11: Karabük Üniversitesi GES Arazi ve Yükseklik Haritaları.....	92
Şekil 12: Karabük Geneli GES Yükseklik Haritası.....	94
Şekil 13: Pirinçlik HES Tesisi Yükseklik ve Orman Yoğunluğu Haritaları	97
Şekil 14: Yalnızca HES Yükseklik ve Orman Yoğunluğu Haritaları.....	99
Şekil 15: Eren HES Orman Yoğunluğu ve Yükseklik Haritaları	101
Şekil 16: İkiler HES Topoğrafik Haritası	102
Şekil 17: Karabük Geneli HES Yükseklik Haritası.....	103

FOTOĞRAFLAR

Fotoğraf 1: Yatay Rüzgar Santrali	43
Fotoğraf 2: Düşey Rüzgar Santrali	44

ÖZGEÇMİŞ

Mehmet ŞENDEMİR; 2001 Yılında Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Harita Bölümünden mezun olmuştur. 2007 yılında, Anadolu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi; Kamu Yönetiminden mezun olmuştur. İyi derecede İngilizce'ye sahiptir. 2000-2003 yılları arasında, Safranbolu Kültür ve Turizm Vakfında Turist Rehberliği yapmıştır. 2006 yılında, Karabük Eskipazar ilçesi, Hadrianapolis Antik Kentinde, Dokuz Eylül Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Arkeoloji Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ergun LAFLI'nın başkanlığındaki kazı heyetine, Karabük İl Kültür Müdürlüğü'nün isteği üzerine katılmış olup, kazı ekibine arazi alan ölçümlerinde ve haritacılık faaliyetlerinde destek vermiştir. 2004 yılından günümüze kadar, Karabük Enerjisa Başkent Elektrik Dağıtım A.Ş.'de Emlak Kamulaştırma Sorumlusu olarak görev yapmakta olup, evli ve Işık isminde oğlu bulunmaktadır. 2020 yılında başladığı Safranbolu Kültür ve Turizm Vakfı Danışma Kurulu Üyeliğine halen devam etmektedir.