



**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANABİLİM DALI**  
**İKTİSAT TEORİSİ BİLİM DALI**

**NÜKLEER SANTRALİN TÜRKİYE EKONOMİSİ**  
**AÇISINDAN FAYDA VE MALİYETLERİ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**HAZAL ÖZLEM GÜNEŞLİ**

**BURSA-2019**





**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
İKTİSAT ANABİLİM DALI  
İKTİSAT TEORİSİ BİLİM DALI**

**NÜKLEER SANTRALİN TÜRKİYE EKONOMİSİ  
AÇISINDAN FAYDA VE MALİYETLERİ**

**(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**Hazal Özlem GÜNEŞLİ**

**Danışman:  
Prof. Dr. Nalan ÖLMEZOĞULLARI**

**BURSA-2019**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

İktisat Anabilim Dalı, İktisat Teorisi Bilim Dalı'nda 701511049 numaralı Hazal Özlem GÜNEŞLİ'nin hazırladığı "Nükleer Santralin Türkiye Ekonomisi Açısından Fayda ve Maliyetleri." konulu Yüksek Lisans ile ilgili tez savunma sınavı, 29.08/2019 günü 10.00 - 11.00 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının ..... (başarılı / ~~başarısız~~) olduğuna ..... (oybirliği / ~~oy çokluğu~~) ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu  
Başkanı)


Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi



Prof. Dr. Nalan Ölmezogulları

Üye

Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Salih Kalaycı  
Bursa Teknik Üniversitesi  


Üye

Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

Doç. Dr. METİN BİDENİR



Üye

Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

Üye

Akademik Unvanı, Adı Soyadı  
Üniversitesi

29.08/2019



**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**YÜKSEK LİSANS/DOKTORA İNTİHAL YAZILIM RAPORU**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**İKTİSAT ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA**

Tarih: 5/03/2019

Tez Başlığı / Konusu: Nükleer Santralin Türkiye Ekonomisi Açısından Fayda ve Maliyetleri

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 91 sayfalık kısmına ilişkin, 16/07/2019 tarihinde şahsım tarafından Turnitinadlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 6 'dır.

Uygulanan filtrelemeler:

- 1- Kaynakça hariç
- 2- Alıntılar hariç/dahil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Bursa Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceğimi muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

Hazal Özlem Güneşli  
  
05.03.2019

**Adı Soyadı:** Hazal Özlem GÜNEŞLİ  
**Öğrenci No:** 701511049  
**Anabilim Dalı:** İktisat  
**Programı:** İktisat  
**Statüsü:**  Y.Lisans  Doktora

**Danışman**  
**(Adı, Soyad, Tarih)**

Prof. Dr. Nalan Ölmezogulları  
05.03.2019

## Yemin Metni

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Nükleer Santralin Türkiye Ekonomisi Açısından Fayda ve Maliyetleri” başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntılarının kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

Tarih ve İmza

05.08.2019



Adı Soyadı: Hazal Özlem GÜNEŞLİ  
Öğrenci No: 701511049  
Anabilim Dalı: İktisat  
Programı:  
Statüsü:  Yüksek Lisans  Doktora

## ÖZET

Yazar Adı ve Soyadı : Hazal Özlem GÜNEŞLİ  
Üniversite : Uludağ Üniversitesi  
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Anabilim Dalı : İktisat  
Bilim Dalı : İktisat Teorisi  
Tezin Niteliği : Yüksek Lisans  
Sayfa Sayısı : X+105  
Mezuniyet Tarihi :  
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Nalan Ölmezoğulları

### **NÜKLEER SANTRALİN TÜRKİYE EKONOMİSİ AÇISINDAN FAYDA VE MALİYETLERİ**

Günümüzde, enerji kavramı insanoğlunun günlük yaşamdaki ihtiyaçlarının giderilmesinde ve ülkelerin gelişiminde önemli rol oynayan vazgeçilmez unsurlardan biri haline gelmiştir. Nükleer enerji, birçok ülkede hem ülkenin elektrik enerji ihtiyacını gidermek hem de ticari bir ürün amaçlı kullanılmaktadır.

Tez çalışması, Türkiye’de nükleer enerji girişimlerinin faaliyete dönüşmesi ve projeler planlanması sebebiyle bu enerjiden kaynaklanabilecek fayda ve maliyetlerin ekonomik çerçevede incelenmesi amacıyla yazıldı. Çalışmanın ilk bölümünde, enerji kavramı ve küresel çerçevedeki yeri açıklanmış, ikinci bölümünde ise nükleer enerjinin tarihi, özellikleri, olumlu ve olumsuz yönleri ve neticeleri ve dünyada genel durumu anlatıldı. Üçüncü bölümünde, Türkiye ‘nin enerji durumu, ekonomiyle enerji durumunun ilişkisi, Türkiye’nin nükleer enerji tarihi ve durumu anlatıldı. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise nükleer enerjinin Türkiye için fayda ve maliyetleri incelendi. Ayrıca alternatif olarak değerlendirilen diğer enerji kaynakları nükleer enerji seçeneğiyle kıyaslanarak Türkiye için alternatif seçenekler aranmış ve nükleer enerjinin gerekliliği tartışıldı.

#### **Anahtar Sözcükler**

Nükleer, Enerji, Nükleer Enerji, Enerji Maliyet, Nükleer Ekonomi

## ABSTRACT

Name and Surname : Hazal Özlem GÜNEŞLİ  
University : Uludag University  
Institution : Institute of Social Science  
Field : Economics  
Branch : Economic Theory  
Degree Awarded : Master  
Page Number : X+ 105  
Degree Date :  
Supervisor (s) : Prof. Dr. Nalan Ölmezoğulları

### **COSTS AND BENEFITS OF NUCLEAR PLANT IN TERMS OF ECONOMY OF TURKEY**

Today, the concept of energy has become an indispensable element that plays an important role in meeting the needs of human beings in daily life and in the development of countries. Nuclear energy is used in many countries both for the purpose of meeting the country's electricity needs and as a commercial product.

The thesis, due to transformation of initiatives into activity and planning of new projects in Turkey was written in order to examine the benefits and costs which can be arising from this energy. In the first part of the study, the concept of energy and its place in the global framework were explained, in the second part, the history, characteristics, positive and negative aspects and results of nuclear energy and the general situation in the world were explained. In the third part, Turkey's energy situation, its energy situation the relationship with the economy, Turkey's nuclear power history and status has described. In the fourth part of the study the costs and benefits of nuclear energy for Turkey were examined. In addition, other alternative energy sources were searched considered as an alternative option for Turkey in comparison with the option of nuclear energy and the necessity of nuclear energy were discussed.

#### **Keywords:**

Nuclear, Energy, Nuclear Energy, Cost of Nuclear, Energy Economy



## ÖNSÖZ

Tez çalışmam için elinden gelen tüm gayreti gösteren danışmanım Prof.Dr. Nalan Ölmezoğulları ve Doç.Dr. Cem Okan Tuncel hocalarıma tüm destekleri ve bana olan güvenleri için çok teşekkür ederim. Her daim yanımda olan anneme sonsuz sevgilerimle.

Hazal Özlem GÜNEŞLİ  
Bursa, 04.08.2019



## İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI.....	ii
YEMİN METNİ.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar.....	x
GÖRSELLER.....	xi
KISALTMALAR.....	xii
GİRİŞ.....	1

### BİRİNCİ BÖLÜM

#### ENERJİ KAVRAMI VE KAPİTALİZM

<b>1. ENERJİ KAVRAMI.....</b>	<b>4</b>
1.1. Enerji Kaynakları.....	5
1.2. Küresel Boyutta Enerji Kavramının Gelişimi.....	7
<b>1.3. KÜRESEL OLARAK ENERJİ PİYASASININ KAPİTALİST ÇERÇEVDE</b>	
<b>ÇEVRE ve ENERJİ DÖNGÜSÜ.....</b>	<b>12</b>
1.3.1. Küresel Piyasada Hidrokarbon Kaynaklar Krizi.....	14
1.3.2. Küresel Isınma.....	15
1.3.3. Emisyon Ticareti.....	17

### İKİNCİ BÖLÜM

#### NÜKLEER ENERJİ

<b>2. NÜKLEER ENERJİ VE TARİHSEL GELİŞİMİ.....</b>	<b>19</b>
2.1. Nükleer Enerjinin Genel Özellikleri.....	22
2.1.1. Reaktör Modelleri ve Nesilleri.....	23
<b>2.2. NÜKLEER ENERJİ ANALİZLERİ.....</b>	<b>23</b>

2.2.1. Nükleer Enerjinin Olumlu Yönleri.....	23
2.2.2. Nükleer Enerjinin Olumsuz Yönleri.....	25
2.2.2.1. Nükleer Kazalar .....	27
2.2.2.1.1. Üç Mil Adası Kazası.....	28
2.2.2.1.2. Çernobil Kazası.....	29
2.2.2.1.3. Fukuşima Kazası .....	31
<b>2.3. DÜNYA VE NÜKLEER ENERJİ.....</b>	<b>33</b>
2.3.1. Dünya Genelinde Nükleer Enerji Reaktör Sayılarındaki Değişim Analizleri.....	36

## **ÜÇÜNCÜ BÖLÜM**

### **NÜKLEER ENERJİ VE TÜRKİYE**

<b>3. TÜRKİYE VE ENERJİ.....</b>	<b>38</b>
3.1. Türkiye'nin Enerji Görünümü.....	41
3.1.1. Enerjide Dışa Bağımlılık.....	43
3.1.2. Türkiye için Enerji ve Ekonomik Değişken İlişkisi.....	45
3.1.2.1. Büyüme ve Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki.....	45
3.1.2.2. Cari Açık ve Enerji Tüketimi Arasındaki İlişki.....	46
3.1.2.3. Enflasyon ve Enerji Arasındaki İlişki.....	47
<b>3.2. TÜRKİYE VE NÜKLEER ENERJİ.....</b>	<b>47</b>
3.2.1. Türkiye İçin Hedeflenen Nükleer Santral Projeleri.....	50
3.2.1.1. Akkuyu Nükleer Santral Projesi.....	50
3.2.1.2. Sinop Nükleer Santral Projesi.....	52
3.2.1.3. İğneada Nükleer Santral Projesi.....	52

## **DÖRDÜNCÜ BÖLÜM**

### **TÜRKİYE İÇİN NÜKLEER ENERJİ FAYDA VE MALİYET ANALİZİ**

<b>4. NÜKLEER ENERJİ MALİYET ANALİZİ .....</b>	<b>53</b>
4.1. Nükleer Enerjinin Maliyet Kalemleri.....	54

<b>4.2. AKKUYU NÜKLEER SANTRAL PROJESİ FAYDA VE MALİYET.....</b>	<b>55</b>
4.2.1. Atık Yönetimi ve Risk Maliyeti.....	57
<b>4.3. SİNOP NÜKLEER SANTRALİ PROJESİ MALİYETİ.....</b>	<b>58</b>
<b>4.4. TÜRKİYE’NİN ELEKTRİK TALEBİNE KARŞILIK NÜKLEER ENERJİ TARTIŞMASI ve ALTERNATİF KAYNAKLAR.....</b>	<b>59</b>
4.4.1. Nükleer Enerjinin Gerekliliği Tartışması.....	59
4.4.2. Uranyuma Alternatif Toryumdan Nükleer Enerji Tartışması.....	60
4.4.3. Alternatif Enerji Kaynakları.....	62
4.4.3.1. Fosil Enerji Kaynakları.....	63
4.4.3.1.1 Doğal Gaz .....	63
4.4.3.1.2. Kömür.....	67
4.4.3.2. Yenilenebilir Enerji Kaynakları.....	70
4.4.3.2.1. Güneş.....	71
4.4.3.2.2 Rüzgâr.....	74
4.4.3.2.3 Hidrolik.....	78
4.4.3.2.4 Jeotermal.....	81
4.4.3.2.5 Biyogaz-Biyokütle.....	84
<b>SONUÇ.....</b>	<b>87</b>
<b>KAYNAKÇA.....</b>	<b>90</b>

## TABLULAR

<b>Tablo 1:</b> Enerji Kaynaklarının Dönüşüm Durumları Açısından Sınıflandırılması.....	6
<b>Tablo 2:</b> Enerji Kaynaklarının Ekonomik (Kullanabilirlik) Açısından Kıyaslanması.....	7
<b>Tablo 3:</b> Dünya Birincil Enerji Kaynaklarının Makro Açısından Periyodik Kullanımı ve Geleceği.....	8
<b>Tablo 4:</b> Enerji Çeşidine Göre En Büyük Üreticisi Konumunda Olan İlk Üç Ülke.....	10
<b>Tablo 5:</b> Küresel Boyutta Enerji Tüketimi Değerleri.....	11
<b>Tablo 6:</b> Hidrokarbon Kaynakların Kanıtlanmış Rezerv Miktarları (2017).....	14
<b>Tablo 7:</b> Dünya Genelinde Nükleer Enerji Sayısındaki Genel Durum.....	34
<b>Tablo 8:</b> Dünya’da 2017 Yılında Enerji Kaynakları Bakımından Elektrik Üretimi.....	35
<b>Tablo 9:</b> 5 Yıllık Değişime Göre Enerji Üretimi.....	38
<b>Tablo 10:</b> 5 Yıllık Değişime Nüfus Artışı.....	39
<b>Tablo 11:</b> 5 Yıllık Değişime Göre Enerji İthalatı.....	39
<b>Tablo 12:</b> Türkiye/Kişi Başına Enerji Kullanımı Kg Petrol Eşdeğeri.....	40
<b>Tablo 13:</b> Türkiye’nin En Büyük 3 Enerji Kaynağı.....	41
<b>Tablo 14:</b> Yerli Olarak Yüzdesel Değerlere Göre Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı.....	41
<b>Tablo 15:</b> Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketim.....	42
<b>Tablo 16:</b> Elektrik Tüketimi.....	42
<b>Tablo 17:</b> Türkiye’nin Yıllara Göre Değişen Dışa Bağımlılık Oranları.....	43
<b>Tablo 18:</b> Yerli ve İthal Elektrik Yüzdeleri.....	44
<b>Tablo 19:</b> Elektrik Enerjisi Kaynakları.....	62
<b>Tablo 20:</b> Doğalgaz Enerjisi ile Nükleer Enerji Kıyaslaması.....	65
<b>Tablo 21:</b> Karbon salınımı Değerleri Kıyaslaması.....	65
<b>Tablo 22:</b> Doğalgaz Enerjisinin Durumu.....	66
<b>Tablo 23:</b> Kömür Enerjisi ile Nükleer Enerjinin Kıyaslaması.....	68
<b>Tablo 24:</b> Karbon Salınımı Değerleri Kıyaslaması.....	69
<b>Tablo 25:</b> Kömür Enerjisinin Durumu.....	69
<b>Tablo 26:</b> Güneş Enerjisi ile Nükleer Enerjinin Kıyaslaması.....	72
<b>Tablo 27:</b> Karbon Salınımı Kıyaslaması.....	73
<b>Tablo 28:</b> Güneş Enerjisinin Durumu.....	73

<b>Tablo 29:</b> Rüzgâr Enerjisi ile Nükleer Enerji Kaynağının Kıyaslaması.....	76
<b>Tablo 30:</b> Karbon Salınımı Kıyaslaması.....	77
<b>Tablo 31:</b> Rüzgâr Enerjisinin Durumu.....	77
<b>Tablo 32:</b> Hidrolik Enerjisi ile Nükleer Enerji Kaynağının Kıyaslaması.....	80
<b>Tablo 33:</b> Karbon Salınımı Kıyaslaması.....	80
<b>Tablo 34:</b> Hidrolik Enerjisinin Durumu.....	81
<b>Tablo 35:</b> Jeotermal Enerjisi ile Nükleer Enerji Kaynağının Kıyaslaması.....	82
<b>Tablo 36:</b> Karbon Salınımı Kıyaslaması.....	83
<b>Tablo 37:</b> Jeotermal Enerjisinin Durumu.....	83
<b>Tablo 38:</b> Biyokütle Enerjisi ile Nükleer Enerji Kaynağının Kıyaslaması.....	85
<b>Tablo 39:</b> Karbon Salınımı Kıyaslaması .....	85
<b>Tablo 40:</b> Biyokütle Enerjisinin Durumu.....	86

## GÖRSELLER

<b>Görsel 1:</b> Deneysel Üretken Santral EBR-I.....	20
<b>Görsel 2:</b> Obninsk Nükleer Enerji Santrali.....	21
<b>Görsel 3:</b> Çernobil Kazası.....	30
<b>Görsel 4:</b> Fukuşima Kazası.....	32
<b>Görsel 5:</b> Türkiye Nükleer Santral Projeleri.....	50



## KISALTMALAR

<b>Bibliyografik Bilgiler</b>	<b>Uluslararası</b>	<b>Türkçe</b>
BM	United States	Birleşmiş Milletler
BWR	Boiling Water Reactor	Kaynayan Su Reaktörü
CSP	Concentrated Solar Power	Konsantre Güneş Enerjisi
ÇED	Environmental Impact Assessment	Çevresel Etki Değerlendirmesi
FBR	Fast-Breeder Reactor	Hızlı Üretken Reaktör
GCR	Gas Cooled Reactor	Gaz Soğutmalı Reaktör
GSYH	Gross Domestic Product	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
IAEA	International Atomic Energy Agency	Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu
INES	International Nuclear and Radiological Event Scale	Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Kazalar Ölçütü
KGOE	Kilograms of Oil Equivalent	Kilogram Petrol Eşdeğer
LPG	Liquid Petroleum Gas	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı
MTOE	Million Tonnes Of Oil Equivalent	Milyon Ton Petrol Eşdeğer
NEA	Nuclear Energy Agency	Nükleer Enerji Ajansı
NGS	Nuclear Power Plant	Nükleer Güç Santrali



NPT	Non-Ploriferation Treaty	Nükleer Silahların Yaygınlaşmasının Engellenmesi Anlaşması
OECD	The Organization for Economic Cooperation and Developmen	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries	Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
PHWR	Pressurized Heavy Water Reactor	Basınçlı Ağır Su Reaktörü
PWR	Pressurized Water Reactor	Basınçlı Su Reaktörü
TEP	Tonne of Equivalent Oil	Ton Eşdeğer Petrol
TMI	Three Mile İsland	Üç Mil Adası
YEKA	Renewable Energy Resources Areas	Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları
WNA	World Nuclear Association	Dünya Nükleer Birliği

## GİRİŞ

Enerji kavramı, 17. yüzyılda keşfedilmesiyle birlikte günümüze kadar uzanan süreçte sürekli gelişmiş, derinleşmiş ve her geçen gün gündelik yaşamla daha da bütünleşik hale gelmiştir. Kavram, sadece gündelik yaşamın vazgeçilmez unsurları arasında değil ülkelerin gelişmesi için gereken vazgeçilmez unsurları arasında da yer almıştır. Öyle ki, uluslararası ticarete belirleyici rol oynaması, ülkelerin büyük gelir kaynakları arasında olması ve bazı savaşların nedenleri arasında yer alması vb. nedenler dolayısıyla gelişmişlik göstergeleri arasında yer almıştır. Birçok yönden zaruri ihtiyaca dönüşen enerjiye talep, teknolojinin gelişmesi, nüfusun artışı, ihtiyaçların sonsuzluğu vb. birçok etkene bağlı olarak artmış ve toplum için hem mikro açıdan hem de makro açıdan hayatın mühim unsurlarından biri haline gelmiştir.

Enerji çok yönlü yararlanılabilen bir kavram olmakla birlikte birden fazla amaca birden fazla şekilde yanıt verebilmektedir. Bu çalışmanın konusu olan nükleer enerji kavramı bu amaçlar içinde, elektrik enerjisi ihtiyacını gidermek için yararlanılan yöntemlerden biridir. Çalışmada elektrik enerjisi üretme seçeneğinin, dünya ölçeğindeki tarihi ve durumu incelenmiş ayrıca yerli olarak yararlanılmasının gerekliliği üzerine tartışılmıştır. Alternatif oluşturabilecek diğer elektrik enerjisi üretim kaynaklarının da nükleer enerji seçeneğinin yerine uygunlukları değerlendirilmiştir.

1950'li yıllarla birlikte ortaya çıkmaya başlayan nükleer enerji kavramı zamanla gelişerek ticarileşebilen bir enerji kaynağı haline gelmiştir. Ayrıca keşfedilmesinden kısa süre içinde insanlık için çok tehlikeli olan atom maddesinin önce ABD tarafından Japonya'ya atılmasıyla binlerce insanın uğradığı can kaybı ve diğer olumsuz neticeler dolayısıyla savaştıl yönü görülmüş ve ne kadar tehlikeli olabileceği anlaşılmıştır. Ancak silahlanmanın önüne geçebilmek için önleyici anlaşma BM'de 2017 yılında kabul edilebilmiştir. 1960'lı yıllarla birlikte enerji üretmek amacıyla kullanımı yoğunlaşan nükleer enerjinin, barışçıl ve ticari yönü dikkat çekmeye başlamıştır. 1970 yılında ise tüm dikkatleri üzerine çeken ve dünyanın gündemini enerji konusuna yönlendirmesine sebep olan petrol krizi ile birlikte ülkelerde enerji üretmek konusunda algı değişmiştir. Toplumlar artık enerji konusunda kendi kendine yetebilmenin önemi anlamış ve bunun için olabildiğince kendi enerji kaynaklarına yönelmeye çalışmışlardır. Enerjide

bağımsızlığın öneminin anlaşılmasıyla beraber enerji üretiminde dikkatler nükleer enerjiye yönelmiş ve hızlı bir yükselişle nükleer enerji popüler bir kaynak haline gelmeye başlamıştır. Öte yandan fosil kaynakların rezervlerinin sınırlı olması da bu sürecin hızlanmasını tetiklemiştir. Ülkeler enerji kıtlığı yaşamamak ve cari açığa sebep olmamak için nükleer santralleri inşa etmeye başlamışlardır. Popülerliğini arttıran gelişmelerin yanında kaynağın olumsuz yönleri, kazalar neticesinde kendini göstermeye başlamıştır. Özellikle 1986 yılında gerçekleşen en büyük barışçıl nükleer kaza olan Çernobil kazası nükleer enerjiye olan ilginin azalmasına neden olmuştur. Yine de nükleer enerji 90'lı yıllarda zirve dönemini yaşamış ve 1993 yılında %17 kadar yüksek bir oranla dünya enerji ihtiyacını karşılamada payını alabilmiştir. Bu aşamadan sonra kaynağın popülerliği aşağı yönlü eğilime geçmiştir.

2000 'li yıllara gelindiğinde enerji konusunda devrim niteliğinde yeni bir döneme girilmiş, 70'li yıllarda bağımsızlık mücadelesi veren ülkeler aynı zamanda iklim mücadelesi de vermeye başlamıştır. Küresel ısınma ve etkileri tüm dünyanın dikkatini çeken küresel bir sorun haline gelmiş ve çözüm arayışları arttırılmıştır. Dünya'da 'Enerjide Rönesans' olarak adlandırılan bu dönemde nükleer enerji bu sefer küresel ısınmaya çare olarak karbon salınımı açısından temiz kaynak olması yönüyle dikkatleri çekmeye başlamıştır. Ancak bu sefer beklenildiği kadar talep artışı olmamış hatta 2011 yılında yaşanan Fukuşima felaketiyle birlikte talepteki yükselişe rağmen ciddi bir sıçrama yakalayamamış ve kaynak bazı ülkeler için vazgeçme noktasına gelmiştir.

Nükleer enerjide yaşanan gelişmelerin beraberinde değişen enerji anlayışına göre alternatif çözümlere ihtiyaç duyulmuş ve temiz olmaları yönüyle dikkat çeken yenilenebilir enerji kaynakları öncelikli tercihler arasında yararlanılmaya başlanılmıştır.

Her ülke için olduğu gibi Türkiye'nin gelişmesinde de enerji kavramı hayati önem arz etmektedir. Kişi başına düşen enerji kullanımı günümüzde gelişmişlik ölçütleri arasına girebilmiştir. Türkiye enerji bakımından yıllarca %50 ile %75 civarından değişen oranlarda dışarıya bağımlı olmuştur. 2023 için belirlenen "Güçlü Türkiye" hedeflerine ulaşmak için enerji konusunda dışa bağımlılığın en düşük seviyeye indirgenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Türkiye hem mevcut cari açığını kapatmak hem de gelecek enerji ve ekonomi hedeflerini gerçekleştirebilmek için nükleer enerji kaynağına yönelmiştir. Ayrıca enerji arzında devamlılığın sağlanması açısından kaynak

çeşitlendirilmesinin önemli bir faktör olması da nükleer enerji tercih sebepleri arasında yer almaktadır.

Tez çalışması, Türkiye için nükleer enerjinin çok boyutlu analizini ekonomik çerçevede gerçekleştirmek, gerekliliğini tartışmak ve alternatif seçenekleri araştırmak amacıyla yazılmıştır. Çalışmanın ilk bölümünde öncelikle genel anlamda enerji kavramı ve küresel sistemdeki yeri anlatılmış, ikinci bölümünde enerji kavramı daha özele indirgenerek nükleer enerji boyutu ele alınmış ve kaynağın tarihi, güncel durumu, olumlu ve olumsuz yönleri anlatılmıştır. Türkiye boyutunun değerlendirildiği üçüncü bölümde ise öncelikle Türkiye için enerji tarihi anlatılmış, durum analizi yapılmış ve ekonomiyle enerjinin ilişkisi incelenmiştir. Akabinde Türkiye ölçeğinde nükleer enerji boyutu ele alınarak ülkenin nükleer enerjiyle olan geçmişi ve durumu incelenmiştir. Çalışmanın son bölümü yani analiz kısmında ise Türkiye için nükleer enerjinin gerekliliği, olumlu, olumsuz yönleri ve neticeleri tartışılmıştır. Buna göre nükleer enerjinin fayda ve maliyet analizleri yapılmıştır. Ayrıca nükleer enerji Türkiye'nin enerji açığına sunulmuş çözümler arasında yer almasından dolayı diğer enerji kaynakları alternatif çözümler olarak değerlendirilerek tek tek analiz edilmiş ve nükleer enerjiyle kıyaslamaları gerçekleştirilerek en iyi alternatif araştırılmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### ENERJİ ve KAPİTALİZM

#### 1. ENERJİ KAVRAMI

Enerji kelimesi Ana Britannica’ da “iş yapabilme yeteneği ya da sığası” olarak tanımlanmıştır. 17. yüzyılda Galilei tarafından ortaya atılan kavram, bir cismin hareket ettirmek için yapılan işin miktarının farklı koşullarda da aynı kaldığını fark etmesiyle ortaya çıkmıştır. Zamanla, çeşitli araştırmalar neticesinde 18. yüzyılda kuvvetin aslında enerjile alakalı olduğu görülmüş ve birçok bilim insanının kümülatif olarak ilerleyen bilimsel çalışmaları aracılığıyla bahsedilen kavram daha da derin anlam kazanmıştır (Goetz, 1988: 189).

Enerjinin asıl olarak kuvvetten geldiğini daha da temel olarak ‘alan’ kavramından ortaya çıktığını söyleyebiliriz (Yarman, 2009: 11-12). Birden fazla form alabilen enerjinin, bu değişimlerine rağmen Korunum Yasası’ndan<sup>1</sup> dolayı, miktarında değişim yaşanmamaktadır (Goetz, 1988: 189).

Sahip olduğu potansiyele bağlı olarak kavram, sekiz çeşit (potansiyel, ısı, nükleer, elektrik, ışık, kimyasal, kinetik, ses) boyutta sınıflandırılmaktadır (Enerji Sektörü Raporu, 5).

Enerjiyi kullanım alanları açısından ise dört bölümde ele almak mümkündür. Bölümler; endüstriyel, taşımacılık, ticaret ve yerleşim şeklinde sıranalabilir (Fay ve Golomb, 2002: 6-7). Çalışma kabiliyeti de olarak görülen kavram, günümüzde geniş bir yelpazede çeşitli formlara dönüştürülebilen işlevsel bir güçtür (What Is Energy? Explained, 2018, Ağustos 8).

Ekonomik açıdan enerjiyi paraya müsavi olarak açıklamak mümkündür (Hepbaşı, 2010: 3).

En temel yaşam kaynaklarımızdan olan enerjinin yokluğunda hayat olmayabilirdi (Tetenberg, Lewis, 2015: 171). Hayati kavramlardan biri haline gelen enerji, bir bütün olarak görülmeli ve hayatımızı birçok alanda kolaylaştıran kavramın, faydalarının

---

<sup>1</sup> Aynı zamanda Koruma Yasası olarak isimlendirilen fizik kanunu, enerjinin fiziksel ağırlık miktarının her koşulda sabit kalması özelliğidir. (Conservation law, Physics)

yanında doğaya zararlarının olabildiğini, iklim değişikliği gibi olumsuz neticelere sebep olduğu gerçeğininde göz önünde bulundurarak, olumlu tarafları olumsuz taraflarıyla birlikte değerlendirilmelidir (World resources 1990-91, 1990: 141). Bu olumsuz neticeler ayrıca küresel sorunlar arasında yer almakta özellikle sebep olduğu küresel ısınma gibi sorunlarla baş etmek için çeşitli resmi, sivil kurum ve kuruluşlar yıllardır mücadele vermektedir.

Enerji çok yönlü ele alınarak inceleyebilecek bir kavram olmakla birlikte 21. yüzyılda hayatın olmazsa olmaz yaşam gereksinimleri arasına girebilmiş, toplumların gelişmesinde oldukça mühim bir kavram haline gelmiştir. Öyle ki bu kavram tarih boyunca gerçekleşen birçok savaşın nedenleri arasında yer almış, üzerinden büyük ticari eylemler, antlaşmalar gerçekleşmiş ve ona sahip olmanın önemi günden güne artmıştır.

Çalışmanın enerji kavramıyla alakalı olan ilk bölümünde, kavramın küresel açıdan var olan yönetim sisteminin içindeki yeri ve bu sistem içindeki etkileri ele alınacaktır.

## **1.1. Enerji Kaynakları**

Enerji kaynakları, ekonomik ve işlevsel yönden yenilenebilir (tükenmeyen) ve yenilenemeyen (tükenen) tanımlarıyla gruplandırılır. Yenilenebilir enerji kaynakları, ebedi bir arza sahip olan rüzgâr, güneş gibi sonsuz tekrarlarla kullanılabilen yani tüketiminin akabinde genel olarak hemen devamını bulabilmenin mümkün olduğu enerji kaynak çeşitleridir. Tükenebilen enerji ise tüketiminin ardından hemen her zaman tekrarı mevcut olmayan, varlığı rezerv miktarıyla sınırlı doğalgaz, petrol vs. kaynaklardır (Satman, 2007: 1). Bir diğer yaklaşım şekliyle, sonsuz tekrarlarla tüketilebilen enerji kaynakları 'akım enerjiler' sonsuz olmayan enerji kaynakları ise 'stok enerjiler' şeklinde adlandırılırlar (Karluk, 2014: 294-295, Şenel, 2012: 2).

Enerji kavramı doğada var olma şekline bağlı olarak ele alındığında, birincil ve ikincil kaynak şeklinde ayrılır. Doğada el değmeden ilk haliyle bulunan kaynaklar birincil olarak adlandırılırlarken bu kaynakların yaşadıkları dönüşümlerden sonra açığa çıkan kaynaklar ise ikincil enerji kaynakları olarak nitelendirilirler ( Şenel, 2012: 2).

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Dönüşüm Durumları Açısından Sınıflandırılması

Birincil Enerji Kaynakları (Dönüşüm yaşamamış)	İkincil Enerji Kaynakları (Dönüşüm yaşamış)
Petrol	Elektrik
Kömür	Benzin
Doğalgaz	Mazot
Hidrolik Enerji	Motorin
Nükleer Enerji	Kok Kömürü, Petrokok
Jeotermal Enerji	Şehir Gazı (havagazı)
Güneş Enerjisi	Sıvılaştırılmış Petrol Gazı (LPG)
Rüzgâr Enerjisi	
Denizden Elde Edilen Enerjiler	
Hayvan ve Bitki Artıkları	

Kaynak: Karluk, 2014: 294-295; Şenel, 2012: 2

Tabloda görüldüğü gibi enerji kaynaklarının büyük çoğunluğu doğada el değmemiş halde bulumakta ve birincil enerji kaynak sınıfında yer almaktadırlar.

İkincil enerji kaynaklarının varlığı birincil kaynaklarının varlığına bağlıdır. Örneğin ikincil bir enerji kaynak çeşidi olan elektrik kaynağının varlığı nükleer, güneş, doğalgaz vs. gibi birincil enerji kaynak çeşitlerine bağlıdır. Ayrıca birincil enerji kaynakları ikincil enerji kaynaklarında sadece elektrik olarak değil, farklı formlarda ikincil enerji kaynaklarına dönüştürmek mümkündür. Örneğin birincil enerji kaynaklarından biri olan petrol doğada el değmemiş halde bulunurken, gördüğü işlemlere göre LPG, mazot ve benzin gibi farklı formlar almakta ve farklı amaçlarda kullanılabilir.

Tablo 2. Enerji Kaynaklarının Ekonomik (Kullanabilirlik) Açısından Kıyaslanması

Tükenebilen (Yenilenemeyen)	Tüklenmeyen (Yenilenebilir)
Çekirdek Sınıf	Biyokütle
Toryum	Dalga, Gel-Git
Uranyum	Hidrolik
Fosil Sınıf	Güneş
Doğalgaz	Jeotermal
Kömür	Rüzgâr
Petrol	Hidrojen

Kaynak: Satman, 2007: 1; Şenel, 2012: 2

Buradaki tabloda ise kaynakların doğada bulunuşlarına göre değil arzlarının devamlılığına göre sınıflandırıldığı görülmektedir. Buna göre yenilenemeyen kaynaklar ayrıca kendi içinde çekirdek sınıf ve fosil sınıf şeklinde yani kaynağına göre sınıflandırılmaktadır. Çekirdek gurubunda yer alan uranyum ve toryum esas olarak nükleer enerjinin üretimi için kullanılır. Nükleer enerjinin kaynakları, çalışmanın nükleer enerji ile ve maliyetlerle ilgili bölümlerinde açıklanacaktır.

Doğada yaşamını kaybetmiş canlı varlıkların kalıntılarının asırlar boyunca havasız şekilde çözünerek meydana getirdiği hidrokarbon içeren fosil sınıfı ise özellikle tüketilme yönüyle dikkat çeken petrol, doğalgaz ve kömür gibi kaynakları içermektedir. Diğer enerji kaynakları ise sonsuz arza sahip olma özelliğiyle ön plana çıkan yenilenebilir enerji kaynaklarıdır.

## 1.2. Küresel Boyutta Enerji Kavramının Gelişimi

İnsanoğlu için enerji kavramı 1950’li yıllarda çok basit bir anlam ifade ederken zamanla teknolojinin ve endüstrinin gelişmesiyle birlikte çok daha anlamlı ve önemli bir kavrama dönüşmüştür. Öyle ki günümüzde gitgide karmaşık bir hale gelen kavram için gelecek yıllarda daha da büyük dönüşümler beklendiğini söylemek mümkündür.

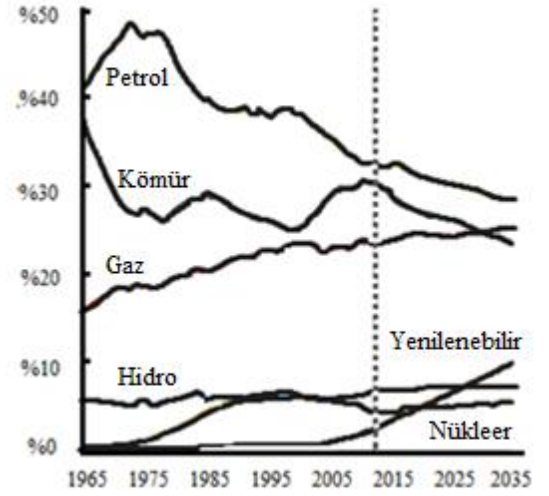
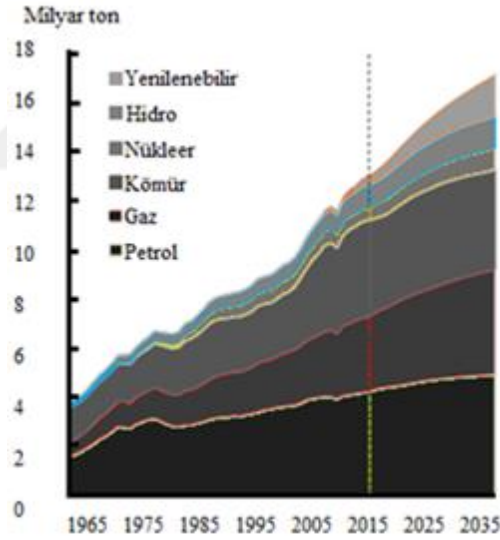


Teknoloji, maliyetleri düşürmek ve etkinliği artırmak gibi avantajlar sağlarken bu dönüşümün büyümesine de etki etmektedir. Bununla birlikte günümüzde 1 milyardan fazla modern teknolojinin sunduğu enerji imkânlarına ulaşamayan insan yaşamaktadır. Gelişmiş ülkeler hem bu insanların durumunu hem de düşük karbon salınımının gerekliliğini göz önünde bulundurarak yol almaktadır. Bu yolda ilerlerken ‘Enerji Üçlemesi’ (Energy Trilemma) prensibi yani hem güvenilir hem adil hem de çevreye duyarlı olabilme koşulları, enerji politikalarını oluştururken dünya genelinde rehber alınmaktadır (Kim, 2017; 4).

Tablo 3. Dünya Birincil Kaynaklarının Makro Açıdan Periyodik Kullanımı ve Geleceği

Yakıt Olarak Birincil Enerji Kaynak Tüketimi

Birincil Enerji Payı



Kaynak: BP Energy Outlook, 2017: 14,

Tablo 3'e göre, 60'lı yıllardan itibaren incelendiğinde küresel anlamda enerji gereksiniminin en çok fosil kaynaklardan karşılandığı aşikârdır. Sırasıyla petrol başta olmak üzere ardından kömür ve gaz enerji kaynaklarının en çok tercih edilen kaynaklar olduğu söylenebilir. Fosil kaynakları önceki bölümlerde anlatıldığı üzere, enerji kaynaklarının tükenebilirlik yönünden gruplandırıldığında tükenen kaynaklar olmaları dezavantajlarıyla dikkat çeken kaynaklar oldukları bilinmektedir. Ayrıca çevreyle ilgili

başlık altında detaylı olarak anlatılacak olan zararları da bu enerji kaynaklarının ayrı bir boyutudur. Dolayısıyla bahsedilen durumlar nedeniyle fosil kaynakların tüketim miktarlarında değişimlerin gerçekleşeceğini söylemek mümkündür ve bu durum alternatif kaynak arayışlarını tetiklemektedir.

Tablonun bize sunmuş olduğu makro bakış açısı sayesinde 2000'li yıllarla birlikte dünya genelinde enerji seçiminde büyük dönüşümler görülmektedir. Fosil kaynaklarda kesin dönüşüm özellikle 2015 yılıyla birlikte yaşanmaktadır. Petrol ve kömürden uzaklaşmanın başlamasıyla aynı süreçte alternatif olarak enerji kaynak tercihlerinde özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru büyük bir sıçrama gerçekleştirmekte ve gelecek yıllarda kurgulanan senaryo doğrultusunda büyük oranda yenilenebilir enerjiye yönelim beklenmektedir.

Hidro enerji kaynağı onlarca yıl boyunca standart bir seviyede kullanılırken nükleer enerjinin tercihinde yine ciddi kırılmalar görülmektedir. Öncelikle 60'lı yıllarla birlikte nükleer enerji talebinde hızlı artışlar görülürken, 2015 yılı itibariyle çok ciddi düşüşe geçtiği ayrıca fosil kaynaklarda yaşanan dönüşümün çekirdek sınıfını da etkilediği ve yenilenebilir enerji tercih etme potansiyel seviyesinin nükleer enerjinin tercihlerinin de önüne geçmesi beklendiği görülmektedir.

Dünya 2016 yılında doğrudan tüketilebilen enerji kaynaklarının kullanımında (birincil) 13276,3 MTOE (milyon ton petrol eşdeğer)'lik toplam tüketim miktarıyla geçen seneye kıyasla 1.0 %'lık büyüme kaydetmiştir. ( BP Statistical Review , 2017: 8) 2017 yılında ise 13511,2 MTOE ile 2.2 %'lik büyüme gerçekleşmiştir ( BP Statistical Review , 2018: 8).

Tablo 4. Enerji Çeşidine Göre En Büyük Üreticisi Konumunda Olan İlk Üç Ülke

Enerji Kaynakları	Üretim Miktarı Sırasına Göre Ülkeler		
	Petrol	Suudi Arabistan 569 Yıllık Milyon Ton	ABD 567 Yıllık Milyon Ton
Kömür	Çin 2.62 Yıllık Bin MTOE	ABD 569 Yıllık Bin MTOE	Hindistan 474 Yıllık Bin MTOE
Gaz	ABD 691 Yıllık MTOE	Rusya 516 Yıllık MTOE	İran 173 Yıllık MTOE
Hidroelektrik	Çin 96.9 Yıllık MTOE	Brezilya 32.9 Yıllık MTOE	Kanada 32.3 Yıllık MTOE
Rüzgâr	ABD 15.8 Yıllık MTOE	Çin 13.6 Yıllık MTOE	Almanya 4.93 Yıllık MTOE
Nükleer	Kazakistan 22.8 Yıllık Bin Ton	Kanada 9.14 Yıllık Bin Ton	Avustralya 4.98 Yıllık Bin Ton
Jeotermal	Çin 4.18 Yıllık MTOE	ABD 3.26 Yıllık MTOE	Türkiye 1.28 Yıllık MTOE
Güneş	Çin 43.1 GW	Almaya 39.6 GW	Japonya 33.3 GW

Kaynak: World Energy Council, Energy Sources, 2016

Tablo 4'e göre her ülkenin enerji bakımından zengin olduğu enerji kaynağı farklılık göstermekte ve buna bağlı olarak üretici konumu bakımından kaynaklar çeşitlilik göstermektedir. Örneğin, fosil kaynaklardan biri olan ve günümüzün en büyük enerji

kalemi sayılan petrol, özellikle Suudi Arabistan, ABD ve Rusya’da yer alırken bir diğer fosil kaynak olan kömür en çok Çin, ABD ve Hindistan’da yer almaktadır. Kaynakların dağılımında dikkat çeken diğer faktörlerden bir diğeri coğrafi konuma bağlı olarak bulunan fosil kaynaklar olan petrol, kömür ve gaz kaynaklarının üçününde üreticisi olan ülkeler arasında ABD’nin ilk üçte yer alması dikkat çekmektedir. Ayrıca ekonomik olarak bakıldığında, ABD’nin dünya çapında en güçlü ekonomi olmasının nedenleri arasında bu enerji kaynaklarında öncü durumunda olması yer almaktadır.

Nükleer enerji tabloya göre küresel açıdan en çok sırasıyla, Kazakistan, Kanada ve Avustralya tarafından üretilmekte olduğu görülmektedir. Fakat, nükleer enerjiyle ilgili bölümde detaylandırılacağı üzere bu kaynağı en çok üreten ülkeler ile milli olarak tüketmek için en çok yararlanan ülkeler farklılık göstermektedir. Ayrıca ticarileştirilmesi ileri teknoloji gerektiren kaynak aynı zamanda çok maliyetli olması sebebiyle her rezerv sahibi ülke tarafından üretilmemektedir.

Tabloya göre ayrıca jeotermal enerji kaynağını üretiminde Türkiye’nin küresel ölçekte ilk 3’te yer alması dikkat çekicidir. Bu durum çalışmanın son bölümünde ilgili başlıkta detaylı olarak incelenecektir.

Tablo 5. Küresel Boyutta Enerji Tüketimi Değerleri

Enerji Çeşitleri	Oranlar
Petrol	%38
Gaz	%22
Elektrik	%9
Kömür	%27
Biyokütle	%10

Kaynak: Global Energy Statistical Yearbook 2018, 2017

Tablo 5’e göre küresel boyutta enerji ihtiyacının giderilmesinde günümüzde fosil kaynaklardan % 80’den fazla oranda yararlanılmaktadır. Doğal olarak fosil kaynaklar önemini korumakta ve her ne kadar uzun vadede yenilenebilir enerji kaynaklara yönelimde büyük artışlar beklenirse bile fosil kaynakların kullanım oranının en büyük

oran olduğu gerçeği kısa vadede değişmeyecektir.

Enerji tüketim miktarları nüfus, gelişmişlik seviyesi vb. faktörlere göre bağlı olarak değişiklik gösterebilen önemli gelişmişlik göstergelerindedir. Belli tüketim seviyeleri baz alınarak ev, iş ve ulaşım gibi tüketim seviyelerine bakıldığında Dünya'da en çok enerji tüketen ilk beş ülke, en yüksek miktardan en düşük miktara göre ; Çin, ABD, Hindistan, Rusya ve son olarak Japonya şeklinde sıralanabilir (Key World Energy Statistics, Consumption, 2015).

Dünya çapında adaletsiz dağılan enerji kaynaklarını gördüğümüz tablo 4'e göre enerji kaynakları, belirli ülkelerde yoğun olarak bulunurken geri kalan ülkelerde rekabet edemeyecek miktarda ya da neredeyse hiç bulunmamaktadır. Ve bu durumun enerji ticaretinde ciddi önemli bir husus olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca enerji üretiminin varlığı bir ülke ekonomisinin gelişmişliğinde belirleyici en önemli unsunlar arasında yer almaktadır. Bu çerçevede, günümüzde fosil kaynakların üretici konumunda olan ülkelerle en gelişmiş ülkelerin genellikle benzerlik gösterdiğini söylemek mümkündür.

### **1.3. KÜRESEL OLARAK ENERJİ PİYASASININ KAPİTALİST ÇERÇEVEDE ÇEVRE ve ENERJİ DÖNGÜSÜ**

Ekonomi, toplumun hayati gereksinimlerin giderilmesi için gereken ürünlerin ortaya konmasını ve bölüşümünün gerçekleşmesini sağlayan, tüm toplumların faydalandığı bir bilim alanıdır. Kapitalizm bunun içinde yer alan bir sistem olarak öncelikli amacı kâr etmek olmakla birlikte esas olarak sermaye birikimini hedef almaktadır. Bu birikim hedefi doğrultusunda sürekliliği olan bir gelişme sağlamakta ve kapitalizmin lokomotiflerinin esas ilerleme amacı olan büyüme gayesini gerçekleştirmektedir (Fülberth, 2018: 17-23).

Kapitalizm yaşantımızla o kadar çok iç içedir ki fikirlerimiz, prensiplerimiz ve hatta yaşam şeklimizi belirleyen seçimlerimiz bile çoğunlukla biz farkında bile olmadan bu doğrultuda şekillenir. Tanımı çok geniş bir alanı kaplamakta olan kavram, bu çalışmada enerji ve çevre ile alakalı yönünden ele alınmaktadır. Sürekli sermaye biriktirmeyi ve büyümeyi hedefleyen sistem, temelde yatan kâr elde etme güdüsüyle çoğu kez bunun dışında kalan faktörleri göz ardı etmektedir. Örneğin, fosil bir enerji kaynağından yararlanarak ucuz maliyetle daha çok büyüme fırsatı yakalayan kapitalizm,

bu kaynağın çevre için yarattığı olumsuz dışsallıkları görmemezlikten gelmektedir. Oysaki çevre bilinci açısından kapitalizimin olumsuz etkileri büyük önem arz etmekte ve hatta elde edilen kazançtan daha da geniş çapta, doğa için zararlara neden olabilmektedir (Foster, Magdoff, 2014: 45-49).

Büyüme odaklı sistem içerisinde adeletsizliklere neden olabilmekte büyük firmalar küçük firmaları yutabilmekte yani küçük balık büyük balığın avı olabilmektedir. Firmalar daima kendilerini geliştirmek ve büyümek zorululuğundadır ve bu kurallara ayak uyduramayanlar sistemin içerisinde yok olup gitmeye mahkûm kalmaktadır. Sosyal sorumluluk kaygısı güden küçük çaplı şirketler bir süre sonra ancak kâr odaklı şirketlerle ortaklığa giderek sistemde kalabilmektedirler. ( Foster, Magdoff, 2014, 50-56)

Hem ülke bazında hem de ülkeler arası anlamda firmaların üretimde yoğunlaşma çabası neticesinde büyük piyasada nihayetinde belli başlı firmalar kalmakta ve sistem tekeli bir yapıya dönüşmektedir. Dolayısıyla rakip sayısının azalması rekabet derecesini düşürmekte ve müşteri kazanmak için piyasa fiyatlarını düşürmek yerine daha çok reklam ve ikna yöntemleriyle tüketimi arttırmakta, tüketimle birlikte fiyatlarda artmaktadır. Sistem tüketiciyi tamamen tüketim odaklı hale getirmekte ve toplumun bireyleri yaşantımızın ana kaynağı enerjinin sınırlarını unutturan bir tüketici modeline dönüşmektedir. Yaşam sadece yeme, içme, giyinme ve itibar odaklı bir hale dönüşmüş olmaktadır (Foster, Magdoff, 2014: 57-61).

Büyümenin temel odağı olduğu kapitalist sistem, bu hedefi doğrultusunda ne kadar ilerlerse doğa o derece hasar görmekte ve sistemin dikkate aldığı değerler dışında kalmaktadır. Üretimin artması demek daha çok enerji tüketimi demektir. Yani, üretim neticesinde ulaşım araçlarının kullanımı gibi artan faaliyetler fosil kaynakların kullanımı çoğalmakta, çevre için zararlı gazların havaya salınmasına sebep olmakta ve küresel ısınmanın tetikleyicilerinde başrol oynamaktadır. Ancak tersi durumda, büyümenin duraksaması durumunda, ise artan nüfusta göz önünde bulundurulduğunda bu sefer toplum refahında ciddi düşüşler görülmektedir ( Foster, Magdoff, 2014: 77-78).

Küresel pencereden bakıldığında özellikle çok uluslu şirketlerin maliyetleri düşürmek amaçlı düşük ücretli emek sömürsü için özellikle gelişmemiş ülkeleri hedefine almakta ve gelişen ülkelerle aralarındaki makasın daha da açılmasına sebep

olmaktadır. Yoksul kesimin ve zengin kesimin içinde buldukları durumların daha da derinleştiği görülmektedir (Foster, Magdoff, 2014: 81).

Tekel boyutuna ulaşan firmaların sadece çıkar doğrultusunda hareket ettiği bu sistemde kendi içinde gelecek için olumsuz sinyallerini vermektedir. Üretim için durmadan sömürülen doğanın sunduğu kaynakların sınırsız olmadığı bilinmekte ve özellikle petrol kaynağı dikkatleri üzerine çekmektedir. Ayrıca fosil kaynakların çevreye zararlarının yanında kısıtlı olması sistem için sorun teşkil etmektedir. Aşırı ve kontrolsüz tüketim doğaya ve canlılara geri döndürülemez hasarlar vermektedir (Foster, Magdoff, 2014: 85-87).

### 1.3.1. Küresel Piyasada Hidrokarbon Kaynaklar Krizi

Hidrojenin ve karbonun birleşimi nihayetinde meydana gelen kaynaklar hidrokarbon kaynaklardır. Petrolün gaz haline getirilmeden ham halinde bırakılması durumundaki haline hidrokarbon kaynak denilmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Petrol).

Atmosferin gördüğü zararların esas sorumlusu fosil kaynakların içerisinde yer alan gaz, petrol ve kömür enerji kaynaklarıdır (Giddens, 2013: 1-2). Bu kaynaklar tükenebilme özelliğine sahip hidrokarbon içerikli kaynaklardır. Genel olarak fosil kaynaklar şekilde adlandırılan kaynaklar hidrokarbon kaynaklardır (Pamir, 2012: 61).

Tablo 6. Hidrokarbon Kaynakların Kanıtlanmış Rezerv Miktarları (2017)

Petrol	Bin milyon ton 239.3
Doğal Gaz	Trilyon kübik 6831.7
Kömür	Milyon Ton 103.5012

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2018; 12-36

Fosil enerji kaynaklarının varlığı doğada bulunan rezerv miktarlarına bağlıdır. Sınırlı olan rezerv miktarları dolayısıyla bu kaynakların varlığı sınırlıdır ve bir gün tükenenlerdir. Bu sonsuz arza sahip olmayan yani yenilenebilir özellikleri olmayan enerji kaynaklarına alternatif olarak gösterilebilecek yenilenebilir kaynaklarının hem doğa için hem de enerji arzının devamlılığı için ne kadar önemli olduğu bilinmesine karşın dünya genelinde fosil temelli kaynaklardan enerji üretiminde daha çok ağırlık verilmesi ve tükenmeyen enerji kaynaklarının ihmal edilmesi "Fosil Enerji Saplantısı" olarak tanımlanmaktadır (Topuz, Yılmaz, Ersoy, 2016: 936-937). Fosil kaynaklar özellikle sanayi devrimi neticesinde küresel boyutta %90'lara yaklaşan seviyelerde enerji ihtiyacını gidermek amaçlı kullanılmıştır (Pamir, 2012, 58).

Küresel ısınma krizi fosil enerji türlerinin kullanımının başlangıcından iki yüz yıl sonra kendini göstermeye başlamıştır. Ardından bir diğer küresel açıdan önemli bir kaynak olan petrol kaynağının sınırlı olmasının krize neden olabilecek bir kaynak olduğu ortaya çıkmaya başlamıştır. Petrol üretim düzeyinin varabileceği en yüksek seviyeye "tavan petrol" denilmektedir. Yani tanımdan da anlaşılacağı üzere petrol de kıt bir kaynaktır, dolayısıyla azalma gerçekleştikçe fiyatlarının yükselmesi kaçınılmazdır. Etkilerini göstermeye başlayan küresel ısınma krizinin yanında petrol krizi de karşımıza çıkmaktadır. Ve bu iki kriz birleşerek, insanların gıdaya ulaşmasının maliyetini yükselterek bir yeni krizin daha ortaya çıkmasına sebep olmuşlardır. Özellikle müşkül durumdaki insanların hayatını derinden tehdit eden üçüncü bir kriz 'gıda krizi' olarak nitelendirilmektedir (Shiva, 2012: 7-9). İklim değişikliği faturasında en büyük pay, ortaya çıkmasında en az sorumlu olan insanlara düşmektedir. İçinde bulunduğumuz sistem gıda krizini derinleştirmekte, derinleşen petrol ve küresel ısınma krizi bu durumu daha da olumsuz yönde tetiklemektedir. Küresel olarak daha adil bir düzene geçmek herkesin refahı için gereklidir (Shiva, 2012: 10-11).

### **1.3.2. Küresel Isınma**

Küresel ısınma kavramı temelde 19. y.y da Jean Baptiste Joseph Fourier isimli bilim adamının atmosferin dünya ve üzerindeki tüm canlılar için yaşama uygun koşulları



sağlayan bir kalkan olduğunu tespit etmesine dayanmaktadır (Giddens, 2013: 25).

Çeşitli gazların bir araya gelmesinden oluşan atmosfer Güneş'in Dünya'ya yönelttiği ısı ve ışığı süzerek yeryüzüne ulaştırır ve gezegenimizi aşırı ısınmaktan korur. Bu olaya sera etkisi denir. Atmosfer Dünya'da salınılan gazlardan etkilenmektedir ve CO<sub>2</sub> seviyesi ve çeşitli ısıyı tutan gazlar atmosferde gittikçe artmaya başlamıştır. Neticede sıcaklık seviyesinin atmosferde artmasına neden olmuştur (Giddens, 2013:26).

Dünya'da küresel ısınma olarak nitelendirilen olay insan hayatı ve Dünya dengesi üzerinde çok ciddi tehdit oluşturmaktadır (Özmen, 2009: 42). Dünya sıcaklığının ortalaması 1901 yılında gerçekleşen ölçümlere göre genel olarak artarak artmaya devam etmektedir ve endüstrileşmenin artmasında bu yükselişin önemli tetikleyici unsurlarındandır (Giddens, 2013: 26).

İklim değişikliği tüm insanlığın ortak bir sorunu olması ve gündelik yaşantımızla çok yakından alakalı olması bakımından birçok ortak sorununuzdan ayrı bir boyuttadır. Etkisi zamanla hissedilmeye başlanılmakla birlikte gelecek için gerekli tedbirler alınmazsa oldukça olumsuz senaryolar söz konusudur. Dünyanın koruyucu kalkanı atmosferin maruz kaldığı sera gazı miktarı arttıkça, ısınmanın zararı geri dönülemez boyutlara ulaşacağı öngörülmektedir. Esas sorun küresel ısınma tehditlerinin kabulü değil, gerekli önlemlerin alınmasındaki ihmalkârlıktır. İnsan temelli bir sorunun çözümü ancak yine insan temelli olabilir (Giddens, 2013: 11-13).

Havada bulunan sera gazının ölçümü için (ppm) " milyon başına parça" hesabı kullanılır. Her yıl ortalama 2 ppm civarında artan miktar sonucunda okyanuslarda ısınmakta ve sudaki asit seviyesinin artmasına neden olması sonucunda deniz canlılarının yaşamı için büyük tehdit unsuru olmaktadır. Kuzey buzullarında yazın daha yoğun olmak üzere her yıl katman kalınlığı incelmektedir. Dünyanın bazı bölgelerinde deniz seviyesinin hızla yükselişe geçmişken belli bölgelerinde aksine kuraklık ve etkileri hâkim hale gelmiştir (Giddens, 2013: 26-29).

Küresel ısınma neticeleri gelecek nesillere dair kaygıların yanında aslında günümüz insanının da hayatını etki alanını almakta ve hatta ölümlü sonuçlara neden olabilmektedir. Meydana gelen kasırgalar, aşırı büyüklükteki dalgalar, fırtınalar, kuraklık ve yağışların aşırı hale gelmesi vs. binlerce insanın canını kaybetmesiyle sonuçlanmıştır.

Can kaybının yanında yaşanan ilkim değişiklikleri tarım ticaretine zarar vermekte ve üreticileri bunalıma sürüklemekte ve hatta intihar sebebi dahi olabilmektedir. Üretimin durgunlaştığı bölgelerde açlık oranı yükselmekte ve ölüm nedeni olabilmektedir. (Shiva, 2012: 17-22).

### **1.3.3. Emisyon Ticareti**

Küresel ısınmanın etkilerinin net olarak hissedilmeye başlanmasıyla birlikte ulusal ve uluslararası çalışmalar gerçekleştirmeye başlamış ancak hala tehlikenin boyutu önemini korumakta çok daha ciddi önlemlerin alınması gerektiğinin sinyallerini vermektedir. Bu durumda uluslararası kapsamlı anlaşmalara gidilmesi gerekmektedir (Giddens, 2013: 14-15).

Karbon Piyasaları kendi içinde, Zorunlu Piyasalar (Kyoto protokolü) ve Gönüllü Piyasalar (Bireysel, kurumsal ya da sivil toplum çalışmaları.vb.) olarak gruplandırılmaktadır. Piyasanın büyük bir bölümü karbondioksit oluşturmasından kaynaklı karbon piyasası olarak adlandırılmasının yanında sera gazlarının tamamını (bu gazlar karbon eş değeri olarak dönüştürülür) kapsamaktadır. Sistem belirlenen limitleri aşanlara ceza uygularken limitten alt sınırdaki salımları ödüllendirmektedir (EİGM, Emisyon Ticareti).

Karbon konusunda yapılan uzlaşmalar atmosfer üzerinde tüm insanların ortak mülkiyeti söz konusu olduğu halde Kyoto Protokolü ya da diğer ortaya konulan çözümlerde mülkiyet esas kirlenmeye sebep olan ülkelere verilmektedir. Protokol belli devletlerin arasında emisyon kotası takas hakkı vermektedir. Tanınan haklar Dünya için hedeflenen 2 derecelik ısı seviyesine ulaşmakta çok yetersiz kalmaktadır (Shiva, 2012: 26-29).

Piyasa işleyişiyle ilgili çeşitli yönlerden eleştirilmiştir. Çözümünden çok emisyonun ticari bir mal olarak değerlendirildiği piyasa sistemi yine belli ülkelerin çıkarı doğrultusunda şekillenmekte ve ortak sorun olan atmosferin gördüğü zararlardan uzaklaşmaktadır (Shiva, 2012: 28).

Emisyon ticareti kar amacı güden bir firma gibi sadece kendinin ve belli ülke çıkarlarını düşünen bir ticaret modeli gibidir. Piyasada büyük firmalar emisyon miktarından küçük bir oranda feragat ederken daha fazla üretim kaynağı olarak hava için daha çok zararlı üretim yapabilme fırsatı bulunmaktadır. Karbon pazarının büyüklüğü ve yüksek kazanç getirisi çevreyle ilgili değeri gölgede bırakmaktadır (Shiva, 2012: 31-32).



## 2.BÖLÜM

### NÜKLEER ENERJİ

#### 2.NÜKLEER ENERJİ VE TARİHSEL GELİŞİMİ

Nükleer enerjinin tarihçesi 1789 yılında Alman kimyager Martin Klaproth'un uranyum enerjisini keşfetmesine kadar uzanmaktadır. 1895 yılında ise iyonize radyasyon keşfi Wilhelm Röntgen aracılığıyla bilim dünyasına girmiştir ( Outline History of Nuclear, 2018, Nisan). Röntgen, elini deney esnasında floresan ile tüp arasına aldığı anda kemiklerinin floresan ekranına yansıma yaptığını keşfetmiştir (Oysul: sayfa 4). Akabinde süreçte atom çalışmaları ilerledi.

1905 yılında ise Albert Einstein enerji ve kütlenin kendi arasında bir dengeye sahip olduğunu (İzafiyet Teorisi<sup>2</sup>) ileriye sürdü ancak bu teorinin geçerliliği sonraki yıllarda kanıtlanabildi ( Outline History of Nuclear, 2018, Nisan).

$$E=mc^2$$

Neticede formül kütle ile enerjinin birbirine müsavi olduğu gerçeğini teorik açıdan ortaya koyuyordu ( Bayramoğlu, 2018: 27 ).

Kümülatif bir şekilde fizik bilgileri gelişmeye devam etti. Nihayetinde Enrico Fermi'nin 1942 yılında atomdan geliştirdiği pil vesilesiyle ilk nükleer reaktör üretimi gerçekleşti ( TMMOB-EMO, 2013: 26 ).

Atom çekirdeğinin bir çeşidi olan ağır atomlar 2 şekilde tepkimeye girmesi sonucunda bir enerji açığa çıkar. Bu tepkimeler; Filyon (ayrışma, bölünme) ve Filyon (toplanma, birleşme) şeklindedir. Tepkimeler sonucunda her durumda da açığa çıkan enerji türü nükleer enerjidir (TMMOB-EMO, 2013: 19).

Süregelen çalışmalar neticesinde gelişen daha güvenilir hale gelen bu teknoloji öncelikli aşamalarda gelişmiş ülkeler tarafından birbirlerine karşı korunma amaçlı kullanıldı. (T.C.ETKB, Nükleer Enerji ) Örneğin, 1945 yılında Japonya'nın iki ayrı

---

<sup>2</sup>Özel Görelilik Kuramı olarak da isimlendirilen kuram, Annalen der Physik dergisinde 1905 yılında Einstein tarafından yayınlanan makalede anlatılan fizik kuramıdır. Buna göre, evrendeki tüm varlıklar birbiriyle izafi(göreceli) haldedir (Tübitak, İzafiyet Teorisi, 2016, Nisan 4).

bölgesine (Hiroşima ve Nagazaki) Amerika Birleşik Devletleri tarafından gerçekleştirilen bombalı saldırılar ( Atomun Tarihçesi, 2017: Eylül 7 ).

1951 yılının Aralık ayına gelindiğinde ise tarihin ilk reaktörü ABD tarafından kuruldu. Ancak elektrik üretimini gerçekleştirmek niyetiyle kurulmamış olan reaktör deneysel olarak kabul edilen Experimental Breeder Reactor EBR-I (Deneysel üretken reaktör) ilk reaktördür ( Nuclear Power Plants, 2018 ).

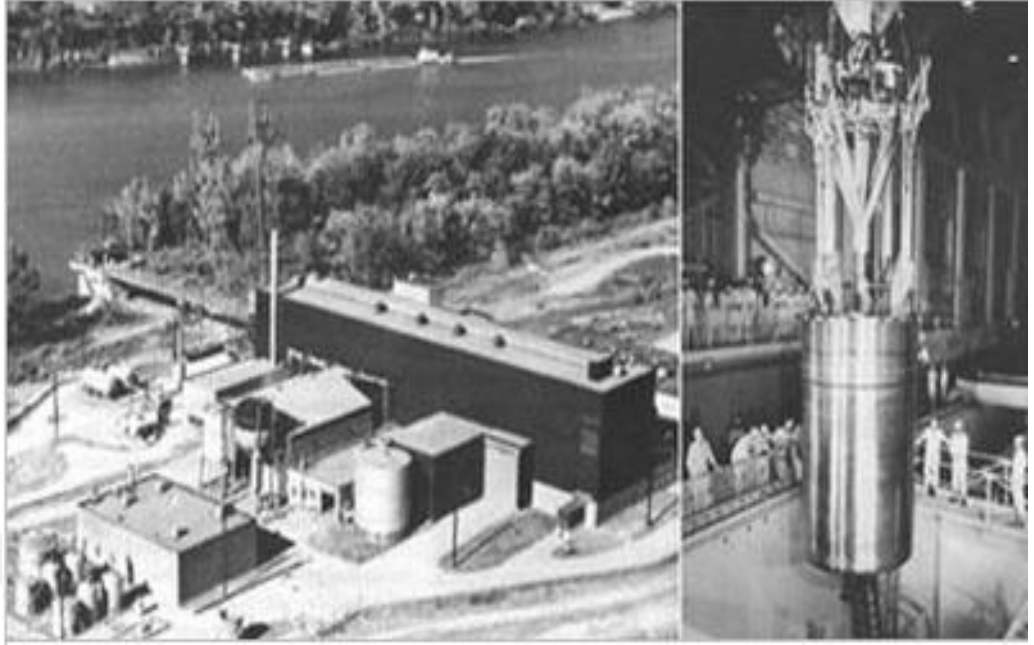
Görsel 1. Deneysel Üretken Reaktör EBR-I



Kaynak: Nuclear Power Plants, 2018

1954 yılının Haziran ayında ise Görsel 1’de görülen, tarihin ilk nükleer santral kurulumu Rusya’da gerçekleşti. Elektrik üretebilen Obninsk santrali ticari amaçla kurulmuştu ( Nuclear Power Plants, 2018 ). 5MW’lık elektrik kapasitesinde olan santral Moskova şehrinin enerji ihtiyacına arz edilmiştir ( Eral, 2015: 10 ).

## Görsel 2. Obninsk Nükleer Enerji Santrali



Kaynak: Nuclear Power Plants, 2018

1956 yılına gelindiğinde ise artık Dünya’da nükleer enerji döneminin başlangıç adımları atılmaya başlanılmıştı diyebiliriz ( Outline History of Nuclear Energy, 2018, Nisan ). Atomun parçalanmasıyla birlikte artık nükleer enerji başta Rusya ve Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere bir enerji kaynağı olarak görülmeye, kurulmaya hatta bir gelir kaynağı olarak bile değerlendirilmeye başlamıştı (T.C. ETKB, Nükleer Enerji).

Tanıtım amaçlı olarak 1960’larda küçük santral kurulumu gerçekleşti ve bu santral üzerinden büyümesi ve gelişmesiyle 1990’lara kadar ilerleyen popüler bir teknoloji haline geldi ( Martin,2019 Haziran 14 ) .

1970 yılında ki OPEC’in petrol krizi enerjide özgürlüğün tetikleyicilerinden olmuştu (Akyüz, 2015: 57). Kriz ülkelere enerji konusunda birbirlerine bağımlı olmanın ne kadar tehlikeli olduğunu göstermiş oldu ve bu bağımlılığı mümkün olan en düşük seviyeye indirgeyebilmek için nükleer teknolojisine yönelim başladı. Popüler hale gelmeye başlayan teknoloji yaşanan iki büyük kaza (Üç Mil Adası, Çernobil ) neticesinde biraz hız kesmiş olsada tercih edilmeye devam edildi ( T.C. ETKB, Nükleer Enerji ). OPEC krizinin enerji talebinde pozitif yönde hızlı bir şekilde yarattığı talebi ayrıca akabinde süreçte fosil kökenli enerji kaynakların ucuzlaması da büyüyen talebin azalmasında etkili olmuştur ( TMMOB-ÇMO, 2014: 6 ). 90’lı yıllarda artan talebe

nükleerin cevap hızı yavaşken kömür ve doğalgaz gibi kaynakların karşılaması daha hızlı olduğu için popülerliğini yitirmeye başladı (Martin, Encyclopaedia Britannica). Nükleer felaketler neticesinde teknolojik dönüşüme ihtiyaç duyulduğu ve güvenlik konusunda daha sıkı önlemler alınmasının gerekli olduğu görüldü. Zamanla güvenlik konusunda teknolojik yönden önemler artırıldı (T.C. ETKB, Enerji).

Nükleer enerji teknolojisi çağımızda genel eğilime bakıldığında yavaş yavaş terk edildiği görülmektedir (Erdoğan, 2006: Mayıs 5). Teknoloji, batı ülkelerinde ‘Ölü teknoloji’ olarak görülmeye başlanmıştır (Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38). 90 yıllarda zirve dönemini yaşamış, 1993 yılında ulaştığı %17’lik rekor seviyesinden sonra günümüzde % 10’lara düşmüş olması ve yapılmakta olan santrallere rağmen öte yandan birçok santralin de kapatılması neticesinde dünyanın genel eğilimine bakıldığında bu teknolojinin terk edilmeye başlandığı görülmektedir (Greenpeace Nükleer Enerjiye, 2006: Ekim 22).

## **2.1. Nükleer Enerjinin Genel Özellikleri**

Nükleer santralde bulunan ana unsurlar şu şekilde açıklanabilir (TMMOB-EMO, 2013: 22);

- Nükleer enerjinin çalışması için iki tip yakıt mevcuttur. Pu-239 ile U-235 ikisinden biri tercih edilir.
- Santralde çalışma düzeyininin doğru seviyede tutulmasını sağlamak için kontrol çubukları bulunur.
- Önlem amaçlı olarak reaktörün kalbinde yani çekirdeğinde oluşabilecek akıntı korumak.vs. amaçlı bir yansıtıcı mevcuttur.
- Füzyon ya da fisyon tepkimeler sonucunda açığa çıkan enerjinin çekirdekten türbünlere ulaşabilmesi için soğutucu su, gaz ya da sıvı bulunur.
- Nötronları olası zararlarını önlemek için yavaşlatıcı ve koruma kabuğu mevcuttur. Ortaya çıkabilecek olumsuz durumlara ve sistem aksaklıklarına karşın acil durumda devreye girecek sistemler mevcuttur (TMMOB-EMO, 2013: 22).

### **2.1.1 Reaktör Modelleri ve Nesilleri**

Ticari amaçlı olarak yararlanılan nükleer reaktörlerde soğutucu amacıyla su kullanılması nedeniyle, bu modellere hafif su reaktörleri denilmektedir (TMMOB-EMO, 2013: 22).

Başlıca reaktör çeşitleri, Basınçlı Su Reaktörü (PWR), Kaynar Su Reaktörleri (BWR), Ağır Su Reaktörü (PHWR), Gaz Soğutmalı Reaktör (GCR) ve Hızlı Üretken Reaktördür (fast-breeder reactor, FBR) (TMMOB-EMO, 2013: 22).

Reaktör çeşitleri teknolojik yönden geçirdikleri değişimlere göre nesil olarak sınıflandırılırlar. 1. Nesil (1960 öncesi olan ilk örnek modeller), 2. Nesil (günümüzde kullanılan modellerin çoğu özellikle, PWR, BWR ve PHWR modellerdir.), 3. Nesil (90'lı yıllarla birlikte karşımıza çıkan suyla ilgili değişen teknolojik model) ve 4. Nesil (2030 yılından sonra gelecek modeller) (Sökmen, 2009, Nisan 24).

## **2.2. NÜKLEER ENERJİ ANALİZLERİ**

Nükleer enerji çok çeşitleri olan ve çok amaçlı yararlanılan fonksiyonel bir enerji kaynağıdır. Sadece enerji ihtiyacını gideren bir enerji kaynak çeşiti olarak değil aynı zamanda ticari boyutu olan katma değeri yüksek bir üründür. Nükleer enerjinin de her enerji kaynağı gibi birçok olumlu ve olumsuz yönü bulunmaktadır. Ayrıca başka enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında da farklı olumlu ve olumsuz yönleri ortaya çıkan kaynağın, çalışmanın bu bölümde çoğunlukla kendi içinde genel durumu incelenecek olup çalışmanın son bölümünde ele alınan maliyet başlığı altında alternatif enerji kaynaklarıyla kıyaslaması yer alacaktır.

### **2.2.1. Nükleer Enerjinin Olumlu Yönleri**

Nükleer enerjinin faydalı yönlerini şu şekilde açıklayabiliriz; birçok enerji kaynağına göre hammadde açısından kolay bulunma avantajına sahiptir. (T.C.ETKB, Nükleer Enerji ). Bazı enerji kaynakları elde edilebilmek için belli hava koşullarının gerçekleşmesi gerekmektedir ancak nükleer enerji de bu durumun aksine daimi arza sahip olan kullanışlı bir kaynaktır (TMMOB-EMO, 2013: 26). Ayrıca, yakıtının sağladığı



enerjinin yoğunluk seviyesi yüksektir (Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38).

Nükleer enerji kömür, doğalgaz ya da petrol kaynaklarına göre radyasyon ve kirlilik açısından daha avantajlı durumdadır (Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38). Halk için çalışma esnasında yayılan radyasyon bir tehlike arz etmemektedir (Nuclear Radiation and Health, 2016, Haziran).

Nükleer enerjinin CO<sub>2</sub> salınım miktarı ihmal edilebilir seviyededir (Nuclear Radiation and Health, 2016, Haziran ). Ayrıca yıllık 2300 milyon ton salınımın önüne geçer (Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38). SO<sub>2</sub> emisyon salınımı ve NO<sub>x</sub> emisyon salınımı yapmaz (Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38). Fosil kökenli kaynakların kullanımı neticesinde açığa çıkan bu maddelerin salınımı doğaya zarar veren asit yağmularının oluşumuna sebep olmakta ve bitki örtüsünün bozulması gibi neticelere yol açmaktadır ( Eral, 2015: 7 ). Neticede küresel ısınma olarak adlandırılan tüm doğal dengeyi ve yaşamı derinden etkileyen sorun açığa çıkmaktadır. Nükleer enerjinin en büyük avantajlarından biri bu konuda en temiz kaynaklar arasında yer almasıdır.

Nükleer enerji teknolojileri, kül atığı oluşturmazlar hatta yıllık 210 milyon ton atığın ortaya çıkmasını engellerler (Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38). Nükleer yakıtı fosil kaynaklardan farklı kılan bir diğer boyutu ise enerjinin yoğunluğudur. Aynı miktarda enerjilerle kıyaslandığında elde edilen enerji miktarındaki farklılıklar astronomik düzeydedir. 500 g miktarında fosil bir kaynak olan petrolden sadece 2 Kw-saat aynı miktarda kömürden 1.5 Kw-saat enerji elde edilebilirken eş değer oranda uranyum maddesinden 82000 Kw-saat enerji miktarı elde edilebilmektedir. Termik Santral enerjisiyle kıyas edildiğinde eş değer güçteki bir NGS'nin kaplağı alan yaklaşık 3.5 defa daha azdır (Eral, 2015: 7).

Her enerji kaynağından her mevsimde aynı oranda enerji elde edebilmek mümkün değildir. Ancak nükleer enerji yıllık çalışma süresinin (8780 saat) bakım saatleri (780 saat) dışında kesintisiz ve her mevsim ve her saat enerji ürebilmektedir (Eral, 2015: 7).

Nükleer aynı zamanda ticari bir mal olarak görülebilir. Teknolojisine sahip ülkeler tarafından üretilmekte ve ekonomiye katkı sağlamaktadır. Özellikle kaynağına ve üretim gücüne sahip ülkeler için enerjide dışa bağımlılığı azaltmak konusunda bir tercih olarak

görülebilmektedir. Böylelikle enerji bağımlılığının ekonomide yarattığı borç yükünü azaltmaya katkıda bulunur. Kendi enerji ihtiyacını giderebilen ve hatta bunun ticaretini yapabilen ülkelerin ekonomik büyüme hızı artar ve hem ekonomik hem de siyasal bakımdan daha güçlü bir ülke haline gelebilirler. Yerli parasının değerinde artış görülmesiyle birlikte ülke refahında olumlu değişimler gerçekleşir.

### **2.2.2. Nükleer Enerjinin Olumsuz Yönleri**

Nükleer enerjinin zararlı yönlerini şu şekilde açıklayabiliriz; IAEA'ya göre ortalama iki buçuk yılda bir çekirdekte erime gerçekleşmesi olasılığı vardır (Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38). Radyasyon ve çevre kirliliği bakımından yenilenebilir enerji çeşitleriyle kıyas edildiğinde ikinci sıraya net olarak geçmektedir (Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38). Öyle ki, 2008 yılında Fransa'da turistik açıdan dikkat çeken iki nehrinde nükleer santralden karışan radyoaktif madde nedeniyle balık tutma ve yüzmeye yasak konulmuştur ( Greenpeace Nükleer Enerjiye, 2006, Ekim 22 ).

Güvenlik açısından geliştirilmeye çalışılması nükleer enerjide maliyet artışlarına neden olmuştur. ( Saygın, 2004: 34-36) Her kaza neticesinde nükleer enerji teknolojisi daha güvenli hale getirilmeye çalışılmış ve eklenen her teçhizat dolayısıyla maliyette ciddi artışlar yaşanmıştır.

Uranyum sınırlı bir madde olmasından dolayı ömrü de rezervleriyle sınırlıdır (TMMOB-ÇMO, 2014: 13).

Enerji kaynaklarını değerlendirirken çok boyutlu bakılmamaktadır. Nükleer enerji değerlendirirken eğer sadece küresel ısınma açısından bakılırsa çevre için yararlı olduğunu söyleyebiliriz ancak bu şekilde tek yönlü bakış açısından değerlendirmek bilimsel açıdan eksik olur. ( Saygın, 2004: 34-36 ).

Nükleer enerjinin sorunları incelenirken en büyük problemlerden biri olarak atık problemiyle karşı karşıya kalmaktayız. Atık sorunu nükleerden yüksek oranda yararlanan ülkelerin başlıca problemidir ( Saygın, 2004: 34-36 ). İşletim sırasında ortaya çıkan nükleer atık nükleer enerji teknolojinin avantajlarının yanında en büyük sorunlarından biri sebep olduğu radyoaktif atık sorunudur. Çünkü gelişen teknolojiye rağmen bu soruna kesin olarak bilinen bir çözüm henüz üretilmemiştir (Nükleer Risk Hemen Yanımızda, 2011, Aralık 27). Atıklar binlerce yıl boyunca bir koruma kabı içerisinde

gömülerek saklanmak zorundadır ( Saygın, 2004: 34-36 ). Yaklaşık 1000 MW'lık güce sahip olan bir santral düzeyleri değişmekle birlikte 727 ton civarında ve bunun 27 ton kadarı yüksek oranda atığa sebebiyet vermektedir. Çubuklarda zamanla tükenerek atık haline gelmekte ve hepsi yıllar boyunca reaktörde ya da havuzda tutulur (Nükleer Risk Hemen Yanımızda, 2011, Aralık 27). Çünkü radyoaktif içeriğe sahip atıklar insan ve doğa için zararlı durumdadır ( Saygın, 2004: 34-36 ).

Atık sorunu için geliştirilen çözüm olarak pahalı bir yöntem olan yüzlerce metre derinlikte atıklar için uygun mağaralar oluşturulmasıdır. Ancak neticede gömülü de olsa atık varlığını korumakta ve ele geçirilmesi durumunda tehlike arz etmeye devam etmektedir. Dolayısıyla bu noktada bir diğer boyut güvenlik problemi ortaya çıkmakta ve korunması yeni bir maliyet yüklemektedir ( Saygın, 2004: 34-36 ).

Nükleer enerjinin sökülmesi yıllar almakta ve ciddi ekonomik maliyete sebebiyet vermektedir ( Saygın, 2004: 34-36 ).

1950 ve 60'lı yılların döneminde nükleer teknoloji yaptığı çıkışla ucuz enerji kaynağı fırsatı olarak dikkatleri çekti. 70'li yıllarda daha da yoğunlaşan teknoloji gerçekleşen tahlisiz kazalar hatta felaketlerle beraber maruz kaldığı ilgiden uzaklaşmaya başladı. Yaşanılan her olumsuz sonuç neticesinde nükleer teknolojisi yeniden gözden geçirildi yeni nesiller üretilmeye ve geliştirilmeye çalışıldı ancak özellikle güvenlik sorununu aşmaya çalışmak için yapılan güncellemeler git gide terkedilen bir teknoloji haline gelmeye başladı ( TMMOB-EMO, 2013: 111 ). Terkedilmeye başlanılan enerjinin bu dönemde tercih edilmeye başlanması doğru bir tercih olması konusunda edileşere sebep olmaktadır.

Nükleer enerjinin ekolojik boyutu değerlendirilirken elde edildiği hammaddenin etkileri bir boyut iken işletim esnasında gerçekleşen çevresel etkileri ayrı bir boyuttadır. Hammadde boyutunda, uranyum maddesinin içerisinde saf olarak bulunan uranyum oranı %1'in altında olmakla birlikte bu cevher oranını elde edebilmek için yaklaşık 100 ile 10000 ton aralığında değişken miktarda madene ihtiyaç duyulmaktadır. Cevheri ayırma işlemi çok fazla oranda su tüketimine sebep olmaktadır. Bu ayrışma ve işlemler neticesinde ortaya çıkan yüksek miktarda atık çamur tehlikeli olmakla beraber doğal hayata zarar vermeden saklanmasıyla ilgili maliyeti de ortaya çıkarmaktadır. Baz alınan 1 ton uranyum maddesinden ortaya çıkan 998 kg. lık çamur atık kansere sebebiyet verebilen radyoaktif maddeler içermektedir (TMMOB-ÇMO, 2014: 12).

### 2.2.2.1. Nükleer Kazalar

Herhangi bir reaktörde bulunan radyoaktif maddelerin bir şekilde dışarıya sızması nükleer kaza olarak adlandırılır (Karal, Günay, 2013, 31-36). İnşa edilen tüm reaktörler aynı zamanda gezenimiz için geri dönüşü olmayan, neredeyse kesin bir şekilde ölçülemeyen büyüklükte tahribatlara yol açılabilecek tehdit unsurlarıdır. Nükleer teknolojisi için karbon salınımı yok denecek seviyede olduğu söylenilse de bir miktar salınım yaparak bu teknolojide suyun ve havanın yine de hasar görmesine neden olmaktadır ( Greenpeace Nükleer Enerjiye, 2006: Ekim 22 ).

Nükleer Santraller de teknolojik açıdan her türlü tedbir alınlsa ve tüm riskler garanti altına alınıldığı düşünülse dahi teknolojik bir ihmal bir felaket için tek ihtimal değildir. Doğada gerçekleşecek olağanüstü bir olay ya da insan eylemine, herhangi bir ihmaline dayalı bir hata nükleer santralin bir felakete dönüşmesine neden olabilir ( DAYDAY, 2011, Haziran 21 ).

En çok dikkat çeken on nükleer kaza şu şekilde sıralanabilir (BBC News, 2011, Kasım 9);

1. 9 Eylül 1957- (Sovyetler Birliği)- Mayak or Kyshtym nükleer kompleks
2. 7 Ekim 1957 - (Birleşik Krallık)- Windscale nükleer reaktör
3. 3 Ocak 1961 – (ABD) - Idaho Ulusal Mühendislik Laboratuvarı
4. 29 Mart 1979 – (Pensilvanya, ABD) - Üç Mil Adası enerji santrali
5. 26 Nisan 1986 – (Ukrayna) - Çernobil enerji santrali
6. 6 Nisan 1993 – (Rusya) – (Rusya) - Severesk, formerly Tomsk-7
7. 30 Eylül 1999 – (Japonya) - Tokaimura nükleer yakıt işletme tesisi
8. 9 Ağustos 2004 - (Japonya) - Mihama enerji santrali
9. 11 Mart 2011 - (Japonya)- Fukuşima Daiichi enerji santrali
10. 12 Eylül 2011 – (Fransa) - Marcoule nükleer (BBC News, 2011: Kasım 9).

Nükleer kazaların dercelendirilmesinde INES (Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Kazalar Ölçütü) kabul edilmiş ve en fazla 7'ye kadar yükselen felaketin büyüklüğüne göre seviyeler belirlenmiştir (Safety of Nuclear Power, 2016, Mayıs).

Dereceleri açısından en dikkat çeken nükleer kazalar ; Üç Mil Adası-1979 – INES : 6, Çernobil – 1986- INES : 7 ( DAYDAY, 2011, Haziran 21 ), Fukuşima- 2011- INES : 7<sup>3</sup> ( Fukushima moved to Level 7, 2011, Nisan 12 ).

### **2.2.2.1.1. Üç Mil Adası Kazası**

ABD'nin Pensilvanya Eyaleti'nde ciddi dereceli kaza sınıfında yer alan Üç Mil Adası (Three Mile Island) kazası, 1979 yılında gerçekleşmiş ve INES ölçeğine göre derecesi 6 olarak netleştirilmiştir. Bu derece 'Ciddi Kaza' sınıfındadır (DAYDAY, 2011, Haziran 21).

Three Mile Island isimli ciddi boyutlu olarak ölçeklendirilen nükleer teknolojinin maliyetlerinden biri olarak kaza, insan kaynaklı gerçekleştirilmiştir. Kaza, soğutma sisteminde yer alan vanalardan bazılarının açılmasının unutulması neticesinde medyana gelmiştir. (DAYDAY, 2011, Haziran 21). İhmal neticesinde santralin iki reaktöründe erime ortaya çıkmıştır (Three Mile Island Accident, 2012, Ocak).

Sızan radyasyon güvenlik kabuğunda (koruma kabuğu) tutulabilmiştir ( DAYDAY, 2011, Haziran 21 ). Felakete neden olabilecek kaza alınan önlem sayesinde engellenebilmiştir (Three Mile Island Accident, 2012, Ocak). Koruma kabuğu bu kazada önleyici olmuştur ( Kadiroğlu, 1997: 6 ). Soğutma suyunun reaktör merkezine ulaşması neticesinde engellenen olumsuz sonuçlar yanında salınan radyoaktif gaz dolayısıyla civardaki çocuklar ve hamileler uzaklaştırılmıştır ( TMMOB-ÇMO, 2014: 10 ). Ancak kaza neticesinde insan sağlığı ya da doğa için ciddi tehdit unsuru olmamıştır (Safety of Nuclear Power Reactors, 2016, Mayıs).

---

<sup>3</sup>Önceden derecesi 4 olarak belirlenen Fukuşima kazasının neticeleri doğrultusunda seviyesi en yüksek dereceye taşınmış ve 7 olarak belirlenmiştir.

### 2.2.2.1.2. Çernobil Kazası

1986 yılında Ukrayna'da gerçekleşen kaza neticeleri doğrultusunda INES derecesi 7 olarak belirlenmiş ve 'Büyük Kaza' sınıfında yer almıştır ( DAYDAY, 2011, Haziran 21 ).

Çernobil kazası nükleer santral teknolojisinin kullanılmaya başlandığı tarihten bu yana gerçekleşen yaklaşık 40 kazadan biridir (TMMOB-EMO, 2007: 7). Çernobil kazası da Üç Mil Adası kazası gibi neticede insan kökenli bir kazadır. Santralde güvenlik kabuğunun olmaması sebebiyle ortaya çıkan radyasyon hem yerel açıdan hem de küresel çok ciddi çevre sorunlarına neden olmuştur ( DAYDAY, 2011, Haziran 21 ).

Kaza, 25 Nisan'ı 26'sına bağlayan gece bir reaktör çalışanı turbo çalışma testi gerçekleştirmeye kalkışmasıyla başlamıştır. Ancak Uluslararası Çernobil Projesi tarafından yazılan ve Uluslararası Atom Enerji Ajansı tarafından desteklenen test prosedürlerinin eksiklikleri neticesinde güvenlik sistemi devre dışı kalmış ve reaktörün çekirdeğinde kontrol çubukları geri çekilmiştir. Nihayetinde çok güçlü bir patlama gerçekleşmiştir. Otomatik kapanma sisteminin devreye girmemesi neticesinde kazanın önüne geçilememiştir. Saat 1.23'te 4. reaktörde gerçekleşen patlamadan sonra birkaç saniye içinde 2. Patlama da gerçekleşmiştir ve yapı yerle bir olmuştur. Reaktörün kalbinden yüksek ısılı radyoaktif parçalar etrafa saçılmasının ardından yangın çıkmıştır. (WHO, 1995, 3)

Çernobil tasarımında reaktör koruyucu mevcut değildi, olsaydı radyasyon yayılımının önüne geçilebilirdi. (Ülgen, 2011, 69) Nükleer kazalar tarihinde etkisi en büyük olan felaket niteliğindeki kaza Çernobildir. Çernobil Felaketi neticesinde 15,000 metrekarelik bir alana ölçülebilir bir seviyede 300 yıl boyunca radyoaktif kirlilik salınımı devam edecektir (POPE, 2015, Ocak 22).

### Görsel 3. Çernobil Kazası



Kaynak: ( Conca, , 2019, Nisan 25 )

Çernobil neticeleri ile ilgili veriler birçok kaynakta farklılık göstermekle birlikte net ortak noktalar da bulunmaktadır. Bunlara göre sonuçlar;

Kaza sabahından itibaren havaya salınan radyasyon sovyeler Birliğinin yanında radyoaktif bulutlar avrupaya da ulaşmıştır. (Health effects of the Chernobyl ,2006, Nisan) Çernobil 30 çalışan kısa süre içerisinde hayatını kaybetmiş ve 100 den fazla insanda yaralanmalar görülmüştür. (The Chernobyl Accident, 2012, Haziran 16) ( Aniden ölen 30 kişiden ilk ikisi kaza esnasında 28'i ise ARS (akut radyasyon sendromu)<sup>4</sup>'dan yaşamını kaybetmiştir. Ve 134 kişide aynı sendrom görülmüştür. Ancak doğal sebeple gerçekleşen ölümler kazadan ayrı tutulmadır. ( Green Facts, Facts on Health). Bazı verilerin bu sebeple karışıklığa neden olduğu görülmüştür. Bölgeden 115.000 kişi tahliye edilmiş ve

---

<sup>4</sup> ARS (Akut Radyasyon Sendromu) Vücudun ani şekilde yüzde dozda rasyasyona maruz kalma durumu ( Acute Radiation Syndrome, 2012 Aralık 7)

sonrasında yaklaşık 220.000 kişi daha yaşamak için yer değiştirmiştir. (The Chernobyl Accident, 2012 Haziran 16). Geriye yıllarca tarıma yapılamaması mümkün olmayan, radyoaktif arazi kalmıştır (TMMOB-EMO, 2007, 7-8).

Yaklaşık kayıp 150 milyar dolar civarındadır ( TMMOB-EMO, 2007: 7-8 ). Kazanın sabahında 600 kadar çalışan yüksek dozda radyasyona (08./16 gy) maruz kalmış ve radyasyona bağlı rahatsızlıklar yaşamışlardır. 530.000 kişi ise 02.-05. gy aralığında doza kazadan sonra 4 yıl boyunca maruz kalmıştır. Bu insanlarda kanser ve çeşitli hastalıkların görülmesinde tetikleyici olabilmektedir ( The Chernobyl accident, 2012, Haziran 16 ). 2016 yılına kadar devam eden çalışmalarda etkilenen 3 ülkede 11.000'den fazla kişinin kaza sebebiyle tiroid kanserine yakalandığı anlaşılmıştır ( WHO, 2016: 1 ). Tahminlere göre Çernobil felaketinde açığa çıkan radyasyon salınım miktarı Hiroşima ve Nagasakiye atılan atom bombalarının birleşiminden 200 kat daha yüksektir ( WHO, 1995: 3 ).

Türkiye'de ise yakınlığı nedeniyle etkilenen bölge olarak belirlenen Hopa ilçesinde kanser oranının diğer alanlara göre daha fazla olması sebebiyle Tabipler Birliği Odası tarafından incelenmiş ancak konuda kanıta dayalı olabilecek bir nedensellik bağlantısı kantılı olarak kurulması mümkün görülmemiş, ayrıca konuyla ilgili yeterli bilgi olmamasına da dikkat çekilmiştir ( TTB, 2006: 99 ). Nükleer Savaşlara Karşı Hekimler (IPPNW) Birliğinin Avrupa Başkanlığını yapmakta olan Dr. Angelika Claussen ve bir diğer üyesi Alex Rosen, Çernobil ve Fukuşima kazaları ile yaptıkları açıklamada, Çernobil'in kanser dışında, beyin felci ve kalp krizi hastalıklarına da neden olduğunu ve özellikle Çernobil temizleme çalışmalarında bulunan toplam 800,000 kişinin en ağır bedeli ödediğini, milyonlarca insanın değişen dozlarda radyasyona maruz kaldığının altını çizmişlerdir ( Çernobil ve Fukuşima'nın Sağlık Etkileri, 2016 Mayıs 6 ).

### **2.2.2.1.3 FUKUŞİMA**

Japonya'nın Tokyo şehrinde gerçekleşen nükleer santral kazası INES değerlendirmesine göre 7 derece ile 'Büyük Kaza' sınıfına yer almıştır ( Fukushima moved to Level 7, 2011 Nisan 12 ).

11 Mart 2011 yılında gerçekleşen 9.0 şiddetinde deprem sonucunda ortaya çıkan tsunaminin ardından Fukuşima felaketi gerçekleşmiştir. Kaza Doğaya yüksek



miktarda radyoaktif madde bırakmıştır ( Ülgen, 2011: 72 ). 15 metrelik tsunami oluşmuştur ( Three Mile Island Accident, 2012 Ocak ).

Kazanın derecesi başlangıçta Ines tarafından 4 olarak belirlenmişti ancak gerçekleşen radyasyon salınımından dolayı dereceyi daha sonra 7'ye yani en yüksek dereceli kaza boyutuna taşımıştır (Fukushima moved to Level 7, 2011 Nisan 12 ).

Fukushima Daiichi isimli santral gerçekleşen felaket serisi sonucunda ciddi hasar almıştır. Felaket serisinin gerçekleştiği esnalarda Santralde bulunan 6 üniteden 3'ü çalışır haldeydi. Gerçekleşen deprem ve tsunami nihayetinde elektrik enerjisinde eksiklik yaşanmış, tsunami jenaretörlerin çalışmasını engellemiştir. Yakıt soğutucularının çalıştırılmaması sonucunda nükleer kaza gerçekleşmeye başlamıştır. Esas felaket 1 numaralı reaktörde gerçekleşmiştir. Soğutucunun devre dışı kalmasıyla ısı artmış devamında buhar basınç seviyesi yükselmiştir. Olumsuzluklar beraberinde başka olumsuzlukları da getirmiştir. Buharın kızgın halde olan metalle etkileşime geçmesi sonucunda bir sonraki gün 12 Mart 2011'de "Hidrojen Patlaması" gerçekleşmiştir. 15 Mart'ta ise 2 numaralı ünite de aynı patlamanın gerçekleştiği tahmin edilmektedir. 4 numaralı ünitenin yakıt bölümünde gerçekleşen yangın neticesinde oldukça yüksek seviyede radyoaktif madde açığa çıkmıştır (DAYDAY, 2011 Haziran 21).

Görsel 4. Fukuşima Kazası



Kaynak: US Government Report, Open source investigations

Kazanın neticesinde meydana gelen sonuçları şöyle açıklayabiliriz; Toplam 4 reaktörde hasar meydana gelmiştir. 3 reaktörde çekirdek erimesi oluşmuştur. Nükleer santralin çevresindeki alanda (20 km çaplı) 100.000'den fazla insan yaşam alanlarını terk etmek mecburiyetinde kalmışlardır ( TMMOB-EMO, 2013: 43 ). 2 numaralı reaktörde meydana gelen çatlaktan dolayı onbinlerce ton radyoaktif su kazanın çevresinde denize karışmış ve yıllarca sızıntılar sürmüştür (Greenpeace Nükleer Enerjiye, 2006 Ekim 22) Tahliyeden dolayı 1000'den fazla insan ölmüştür (Fukushima Accident, 2017 Ekim).

Santalin güvenli bir şekilde devre dışı bırakmanın maliyetinin 19 milyar dolar civarında olması hesaplanmaktadır ( Nükleer Risk Hemen Yanınızda, 2011 Aralık 27) Yayılan radyasyon %80'i karaya ulaşmamasına rağmen ulaşılan bölgelerin temizlenmesi yakın gelecekte mümkün görülmemektedir ( Fukuşima, 2014 Mart 16 ) 2018 yılında Greenpeace'in aracılığıyla gerçekleşen radyasyon uzmanı Vande Putte ile yaptıkları araştırma neticesinde kaza bölgesinde radyasyon seviyesinin 100 kat oranında artış gösterdiğini açıklamışlardır. Ayrıca bölgede 2050 yılına kadar gerçekleşebilecek geri dönüşlerin ciddi risk içerdiği konusunda uyarılmaktadırlar. Raporun neticesine göre gerçekleştirilen temizleme çalışmalarının bazı yerlerinde yetersiz kaldığı aşikârdır. (Fukuşima'da radyasyon azalmadı, 2018 Mart 11).

Koruyucu kalkanın Çernobil kazasında olmamasından dolayı yapılan savunmalar Fukuşima kazasında koruyucu kalkanın varlığa rağmen doğan olumsuz sonuçlar neticesinde geçeriz hale gelmiştir.

### **2.3. DÜNYA VE NÜKLEER ENERJİ**

Dünya'da nükleer enerjinin kullanılabilir bir duruma gelmesiyle birlikte enerjiye talepte birçok faktöre bağlı olarak değişken yönlü ilerlemiştir. 70'li yıllarda artan bir seyir 90'lı yıllara kadar yukarı yönlü ilerlemeye devam etmiş sonrasında bir duraklama dönemine geçmiştir. ( 2017 Dünya Nükleer Enerji, 2017 Eylül 29) Nükleer reaktör sektörünün en yüksek seviyede Dünya'nın enerji gereksiniminde yaptırmış olduğu katkı payı 1993 yılıdır. (IAEA, 2015, 1) 21. yüzyıla gelindiğinde ise Dünya'da dikkatleri üzerine çekmeye başlayan iklim sorunları ve enerjide artan talep ile birlikte 'Nükleerde Rönesans' başlığı altında bu çağ yeniden canlandırılmaya çalışılsa da güvenlik konusundaki tereddütler bu yükselişin önüne geçmiştir. . (2017 Dünya Nükleer Enerji,

2017, Eylül 29) Nükleer santralin günümüzde dünya için geldiği son hali ise, evrensel enerji ihtiyacının karşılanmasında yaklaşık olarak %11'lik bir paya sahiptir. En düşük karbon salınımına sahip kaynaklar içerisinde ikincisi sıradadır. (Nuclear Power in the World, 2019, Şubat)

Dünya genelinde nükleer enerji hakkında açıklanan verilerde dikkat edilmesi gereken hususlardan biri reaktör ve santral kavramlarının ayrımı ortalama olarak bir santralde iki ile üç civarında reaktör bulunmasıdır (2017 Dünya Nükleer Enerji, 2017, Eylül 29). Bir diğer husus ise nükleer reaktör sayısının açıklamasında baz alınan kriterdir. Reaktör sayısı hakkında yayınlanan birçok raporda toplam reaktör sayısı verilir. Özellikle bu konuda Uluslararası Atom Enerji Ajansı yayınları temel alınır ancak bu raporun eksik tarafı bu reaktörlerin operasyonel durumunun göz ardı edilmesidir. Bunun ayrımı ise Dünya Nükleer Birliği (WNA) tarafından gerçekleştirildi. 2017 verileri açıklanırken 'operasyon halinde olan' ve 'operasyon halinde olmayan' şeklinde açıkladı (Freeman v.d, 2017: 262 ).

Tablo 7. Dünya Genelinde Nükleer Enerji Sayındaki Genel Durum

Ülke	Uzun Dönemli Kapatılan	Ülke	İnşaat Halinde
Arjantin	1	Arjantin	1
Fransa	2	Belarus	2
Hindistan	1	Çin	20
Japonya	33	Finlandiya	1
İsviçre	1	Fransa	1
Tayvan	1	Hindistan	6
		Japonya	1
		Güney Kore	3
		Pakistan	2
		Rusya	6
		Slovakya	2
		Bileşik Arap Emirlikleri	4
		Amerika Birleşik Devletleri	4
Toplam	39		53

Kaynak: Freeman v.d, 2017, 26

2017 yılında yayınlanan WNA'nın durum raporuna göre operasyon halinde bulunan reaktör sayısı 403 adettir. Raporda çalışır halde olmayan ise toplam 39 adettir. Bunun 33 tanesi Fukushima felaketinin yaşandığı Japonya'da olduğu görülmektedir. İnşaat halindeki reaktörlerin sayısı ise toplam 53 adettir. 351.083 (MW) değerinde toplam kapasitedir ( Freeman v.d, 2017: 262). IAEA'nın 2016 raporuna ise açıklanan verilere göre, 391 gigawatts (electrical) (GW(e)) gücünde, sayısı 448 sayıya ulaşan reaktör vardır (IAEA, 2016, 1). Toplamda otuz bir ülke bu enerjiden faydalanmaktadır ( Freeman v.d, 2017: 29).

Tablo 8. Dünya'da 2017 Yılında Enerji Kaynakları Bakımından Elektrik Üretim Yüzdeleri

Enerji Kaynakları	Yüzdeleri
Kömür	(%39,3)
Gaz	(%22,9)
Hidro	(%16,0)
Nükleer	(%10,6)
Yenilenebilir <sup>5</sup>	(%4,9)
Petrol	(%4,1)
Diğer	(%2,2)

Kaynak: Nuclear Power in the World Today, 2019, Şubat

Dünya nükleer endüstrisinin ise dünyadaki gelişmelerin yanı sıra Dünya Nükleer Birliğinin açıklamasına göre daha temiz ve uygun fiyatlı enerji amacıyla geliştirilen Uyum Programına (The Harmony Programme, 2019, Mart 12) göre 2050 yılına gelindiğinde hedef Dünya enerjisinde nükleer enerjinin payının %25'e çıkarılmasıdır. Bu sebeple, küresel ölçekte 2050 yılına ulaşana kadar elektrikliğin %25'ini nükleer güç kaynağından sağlanması için çok daha fazla santrale ihtiyaç duyulmaktadır (Rising, 2017: 3).

<sup>5</sup>Güneş, Rüzgâr, Jotermal, Gelgit

Dünya genelinde inşa edilen ve vazgeçilen durumlarla ilgili dikkat çeken gelişmeler şu şekildedir; yalnızca Almanya değil başka ülkelerde nükleer enerjiden uzaklaşmaya başlamıştır. Toplam 10 reaktöre sahip İsveç'te 2 tanesine kapatılarak yenilenebilir enerjiye yönelmeyi planlamaktadır (Dünya Nükleer Reaktörden Vazgeçiyor, 2018 Şubat, 27).

Yeni inşa edenler ülkeler ise; Rusya, Çin, Pakistan ve Hindistan olmak üzere toplam 2016 yılında toplam 10 adet reaktör devreye girmiştir. (2017 Dünya Nükleer Enerji, 2017 Eylül 29).

### **2.3.1. Dünya Genelinde Nükleer Reaktör Sayılarındaki Değişimin Analizleri**

Nükleer enerjiden en çok yararlanan ülkelerden biri olan ABD'de ilginç olan 1996 yılından itibaren yeni reaktör inşasının yapılmamış olması ki, bu yıl nükleer enerjinin tüm dünyada zirve yaptığı döneme denk gelmektedir. Yapımı sürmekte olan iki reaktör için ise kapatılması ihtimali yüksek görülmektedir ( Gürbüz, , 2018 Nisan 3 ).

Almanya Nükleer konusunda en ilgi çeken kararı alan ülke bu teknolojiyi tamamen terk etmektedir. Arjantin'de inşa edilen reaktör ise ölçek bakımından küçüktür. Avusturya'da biten tek reaktör halkın olumsuz cevabı neticesinde kapatıldı. Bangladeş'te inşa edilen tek reaktör Rusya'ya 12 milyar dolarlık ödeme karşılığında anlaşılmıştır. Birleşik Arap Emirlikleri'ne yapılan dört adet reaktör nükleeri terk eden Kore tarafından yapılmaktadır. Daha önce bahsedildiği üzere enerji üretiminde lider ülkeler arasında yer alan Çin'de yapılmakta olan on sekiz adet reaktör mevcuttur. Çin dünya genelinde enerji tüketiminde de başta gelmektedir. Nükleerin bu tüketime katkısı %3,5'tir. Yenilenebilir enerji bunun iki katıdır (Gürbüz, , 2018 Nisan 3).

Danimarka bu teknolojiye hiç yönelmedi, enerji ihtiyacının yüzde elliden fazlasını yenilenebilir kaynaklardan sağlamaktadır. Finlandiya'da ise santralin yapımının on yıl gecikmeli olması nedeniyle maliyeti yaklaşık 2,5 kat artmıştır (Gürbüz, 2018 Nisan 3).

Nükleer enerjiden yararlanma rekorunu %75 gibi bir oranla elde tutan Fransa ise nükleer enerjiden yararlanma oranını 2025 yılında yüzde elli oranına indirmeyi hedeflemektedir. Yapım aşamasındaki reaktör ise teknik sorunlar nedeniyle 2007'den beri bitirilememiştir. Dünya'da reaktör yapabilen ender ülkelerden olan Kore bu teknoloji 2017 itibarıyla sonlandırma kararı almıştır. Bu doğrultuda, 24 adet reaktör devre dışı hale

gelecektir. Yapılan reaktörler ise ömürlerini tamamlayınca devre dışı bırakılacaktır (Gürbüz, , 2018 Nisan 3).

Hindistan'da ise reaktörlerin yapım aşamaları yıllardır sürmekte öte yandan yenilenebilir enerji konusunda rekor hedefleri bulunmaktadır. İrlanda bu teknolojiye sahip değil ve sahip olmama kararı da aldı. Japonya nükleer enerjiden yararlanma tercihinde %30 seviyelerinden seyrederken Fukuşima felaketinden sonra %3,6 seviyesine düşürmüştür. UAEA yapılmakta olduğunu gösterdiği reaktörleri Japonya'nın aksi kararına rağmen listeye koymaya devam etmektedir. Norveç'te bu teknolojiyle ilgisi olmayan ülkelerden ( Gürbüz, 2018 Nisan 3 ).Pakistan'da Çin ortaklığıyla gerçekleşen reaktörlerin son 2 yılda yapımına başlanıldı. Rusya'da santrallerin inşaatları uzun yıllardır sürmektedir. Slovakya'daki reaktörlerin yapımı 31 yıldır devam etmektedir. Ukrayna'da reaktörlerin yapımı ise otuz iki yıldır devam sürecindedir. Yunanistan ise bu teknolojiye karşıdır ( Gürbüz, 2018 Nisan 3 ).

### 3.BÖLÜM

#### NÜKLEER ENERJİ VE TÜRKİYE

#### 3.TÜRKİYE VE ENERJİ

Çalışmanın giriş bölümünde anlatıldığı üzere, enerjinin bu kadar önemli olduğu bir dünyada Türkiye'nin de her geçen gün enerjiye olan gereksiniminin artmasını göz önünde bulundurarak, hem elektrik kesintilerine maruz kaldığı zamanların tekerrürünü önlemek hem de değişen dünya düzenine ayak uydurup kendi ihtiyaçlarını da en verimli şekilde karşılayabilecek duruma gelmesi çok mühim bir konudur (Abut, Bozkurt, Yaman, 1996, 1-5). Buna dayanarak çalışmanın Türkiye bölümünde Türkiye'nin genel enerji görünümü incelenerek enerji durumunun ekonomiyle bağlantısının analizleri yapılacak ve nükleer enerjiyle ilgili tarihsel süreç ve gelinen nokta anlatılacaktır.

Tablo 9. 5 Yıllık Değişime Göre Enerji Üretimi

Enerji Üretimi	MTOE
1990	24.83
1995	26.93
2000	26,4
2005	23.71
2010	31.63
2015	31.65
2016	36.1

Kaynak: Global Engagement Learn about the IEA's work with other organisations & countries around the world, Turkey,1990- 2016)

Tablo 9'a göre, Türkiye'nin beş yıllık aralıklarla belirtilen enerji üretimi incelendiğinde çok yavaş hızda artış göstermiş olduğu ve 1990'dan itibaren sonraki 15 yıllık sürecin sonunda 1990 yılındaki üretim miktarına kıyasla 2016 yılında üretimde %36 civarında bir artış gösterdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 10. 5 Yıllık Değişime Göre Nüfus Artışı

Yıllar	Milyon Kişi
1990	55.12
1995	59.76
2000	64.25
2005	68.57
2010	73
2015	77.44
2016	78.25

Kaynak: Global Engagement Learn about the IEA's work with other organisations & countries around the world, Turkey, 1990- 2016)

Artan nüfus, gelişen teknoloji ve gündün güne değişen çeşitli nedenlerle enerjiye duyulan ihtiyaç çok hızlı artmaktadır. Özellikle nüfus artışı en büyük nedenlerden biridir. Tablo 10'a göre, 1990 yılındaki duruma kıyasla 2016 yılında nüfus yaklaşık %30 arttığı görülmekte ve nüfus artışının Tablo 9'da aynı yıllarda görülen enerji üretimi oranındaki artışın nedenleri arasındaki etkisi anlaşılmaktadır.

Tablo 11. 5 Yıllık Değişime Göre Enerji İthalatı

Enerji İthalatı	MTOE
1990	27.78
1995	36.34
2000	50.66
2005	61.82
2010	75.92
2015	103.62
2016	105.67

Kaynak: Global Engagement Learn about the IEA's work with other organisations & countries around the world, Turkey, 1990- 2016)



Tablo 11'de aynı yıllarda görüldüğü gibi artan enerji üretimine karşılık hızla artan nüfus ve çeşitli nedenler dolayısıyla yerli üretim oranı yeterli kalmamakta ve enerji ithalat hızı aynı süreç kapsamında çok daha hızlı artmaktadır. 1990'dan sonraki 15 yıllık sürecin sonucunda yerli üretimdeki düşük artışa karşılık ithalatta %273 yani neredeyse dört katına yakın artış yaşandığı görülmektedir.

Türkiye enerji tüketimi açısından hızlı büyüyen ülkeler arasında yer alır. Sadece 2005 ve 2015 yılları arasındaki on yıllık süreçte yoğunluk %7.5 artış göstermiştir (IEA, 2016: 60). Genç ve kentleşmeye yönelen nüfus enerji tüketiminin artmasında etken rol oynamaktadır ve 12 yılda enerji tüketimi iki katı seviyeye ulaşmıştır. (IEA, 2016: 21)

Herhangi bir ülkenin kalkınmışlığının göstergelerinden biri de ülke vatandaşlarının her birinin şahsına tekabül eden enerji tüketim miktarıdır. Dolayısıyla Türkiye'nin de bu seviyeyi arttırması zaruridir. ( ABUT vd. 2007: 1-59 ).

Tablo 12. Türkiye/Kişi Başına Enerji Kullanımı Kg Petrol Eşdeğeri

Yıllar	KGOE
2012	1,585.4
2013	1,543.0
2014	1,577.8
2015	1,656.8

Kaynak: The World Bank, Energy use (kg of oil equivalent per capita), 2014

Tablo 12'de kişi başına düşen enerji kullanımının petrol enerjisine eş değer cinsinden değerleri verilmektedir. Buna göre enerji kullanım miktarı genel olarak artan yönlü eğilim göstermektedir. Artan yönlü eğilimin hızının artması sadece nüfus artış hızına değil aynı zamanda teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı piyasa koşullarının varlığına bağlıdır. Gelişen bir ülkenin sanayi sektöründe emek yoğun üretim sisteminden teknoloji yoğun sisteme geçiş gerçekleşecektir ve bununla birlikte enerji üretiminde artış gerçekleşecektir.

### 3.1. Türkiye'nin Enerji Görünümü

Türkiye'nin genel enerji görünümü ele alındığında, özellikle fosil enerji kaynaklarına bağımlı olması dikkat çekmektedir. Enerji talebi yaklaşık %90 oranında fosil kökenli kaynaklar aracılığıyla karşılanırken bu fosil kaynaklar, petrol, doğal gaz ve kömür, yaklaşık %90 oranında ithal edilmektedir. (Bayrak, Esen, 2014: 141). Tablo 13'te fosil enerji kaynaklarının dağılımını görülmektedir.

Tablo 13. Türkiye'nin En Büyük 3 Enerji Kaynağı

Doğalgaz	Petrol	Kömür
%30.2	%30.1	%27.3

Kaynak: IEA, 2016, 71

Tablo 14. Yerli Olarak Yüzdesel Değerlere Göre Elektrik Üretimini Kaynaklar Dağılımı (2018)

Enerji Kaynakları	Üretim oranları
Kömür	%37.3
Doğalgaz	%29.8
Hidrolik	%19.8
Rüzgâr	%6.6
Güneş	%2.6
Jeotermal	%2.5
Diğer	%1.4
Toplam Güç	88.551 MW

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik

Nükleer enerjiden sadece elektrik enerjisi üretilmesi dolayısıyla elektrik enerjisi üretimi incelendiğinde, tablo 14'e göre, elektrik enerjisi üretiminde %50'den fazla oranda fosil kaynaklara bağımlı olduğu görülmektedir. Ayrıca genel enerji ihtiyacını karşılamada elektrik enerji ihtiyacını karşılamaktan daha fazla dışa bağımlı olduğu

görülmektedir. Elektrik üretiminin neredeyse yarısı doğalgazdan gerçekleşmektedir. Ve doğalgaz'ın neredeyse tamamını ithal etmekteyiz. (2014)

Tablo 15. Elektrik Enerjisi Üretim ve Tüketim

Elektrik Enerjisi Tüketimi	303,3 milyar kWh
Elektrik Enerjisi Üretimi	303,9 milyar kWh

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik,2018

Tablo 15'e bakıldığında Türkiye'nin yıllık 303 milyar kW-saat elektrik tüketimi gerçekleştirdiği görülmektedir. Genel enerji ihtiyacını gidermek açısından dışa bağımlı olan ülkenin elektrik enerjisi ihtiyacına yönelik çözümleri son bölümde incelenecektir.

Tablo 16. Elektrik Tüketimi

Elektrik tüketimi	TWH
1990	50.13
1995	71.78
2000	104.52
2005	136.75
2010	180.21
2015	229.2

Kaynak: Key stats for Turkey, 1990-2016, 2016

Elektrik taleplerinin hesaplanmasında farklılıklar görülmektedir. Türkiye'de elektriğe talep ortalama yıllık %7-8 civarında artış göstermektedir (TMMOB-EMO, 2015: 11). 2006 ile 2015 yılları arasında ki süreç temel alındığında yıllık ortalama artışın %5.1 ve son on yıl için evvelki 5 yılın ortalaması temel alınarak hesaplandığında

artışın yüzde 5.78 olduğu hesaplanmaktadır (Türkiye Elektrik Üretimi, 2018 Ağustos 4).

Enerji talebinin 2022 yılında en düşük 425 en yüksek 470 milyar Kw-saat olması beklenmektedir (Türkiye'nin Nükleer Santral Projeleri, 2016: 1). Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları ile mevcut kurucu gücü :38.907,9 Mw'tır (E.İ.G.M, Kampüs)

### 3.1.1. Enerjide Dışa Bağımlılık

OPEC Petrol Kriziyle birlikte tüm dünya tarafından enerjide bağımlılığın ne kadar büyük bir sorun olduğu anlaşılmış, enerji kesintilerinin önüne geçilebilmesi için muhakkak dışa bağımlı kalmadan daimi olarak arz edilmesinin önemi anlaşılmıştır. ( Başol, 2012: 269 ) Küresel boyutta bakıldığında enerjinin insanlık için ne kadar elzem olduğu enerji kökenli savaşlardan anlaşılmaktadır. Hem ticari boyutta enerji konusunda merkez olmak hem de enerji kaynaklarına ehil olabilmek ülkeler arasında bir üstünlük ve güç göstergesi olarak nitelendirmektedir ( Pamir, 2003: 6 ).

Tablo 17. Türkiye'nin Yıllara Göre Değişen Dışa Bağımlılık Oranları

Yıllar	Dışa Bağımlılık Oranları (%)
1990	51,6
1995	57,7
2000	67,2
2005	72,4
2006	72,7
2007	73,8
2008	71,8
2009	70,6
2010	69,4
2011	71,9
2012	73,4
2013	73,5
2014	75
2015	76
2016	75

Kaynak: Türkiye Petrolleri, 2017, 31; Necdet Pamir, 2018 Mayıs 22.

Tablo 17’de görüldüğü üzere Türkiye'nin enerjide dışa bağımlılığı kronikleşmiştir. Yukarıda örnekleri verilen büyüme, enerji ve cari açık değişkenlerinin aralarındaki ilişkinin etkileri neticesinde, Türkiye için enerjide dışa bağımlılığının ne kadar önemli ve ekonomi üzerinde etkili olduğunu görülmektedir. Enerji tüketiminin ekonomi üzerindeki olumlu etkisi yabancı kaynaklardan olduğunda tersine dönmekte ve cari açık üzerinde olumsuz etkiye neden olmaktadır. Ekonomik büyüme sağlanırken öte yandan maruz kalınan enerji açığı neticeleri cari açık üzerinde olumsuz şekilde hissedilmektedir. Ancak dikkat edilmesi gereken en önemli nokta Türkiye'nin cari açığının en büyük nedenlerinden biri enerji ithalatında özellikle petrol ithalatının büyüklüğüdür. Petrol en büyük kalem olarak başta yer alır ve ayrıca petrolden elektrik üretimi Türkiye’de çok önemsiz bir paydadır. Yani enerji açığı sorununda en büyük payın ve ekonomiyi en çok etkileyen kaynağın petrol olduğu gözlemlenmektedir.

Türkiye’nin enerji bakımından dışa bağımlılığı göz önünde bulundurulduğunda 90’lı yıllarda %50-55 civarında bir bağımlılık söz konusuken günümüzde bu oranın %75 civarına ulaştığı görülmektedir. Yıllardır yukarı yönlü seyir izleyen bağımlılık, ekonomi üzerinde ağır bir yük oluşturmaya devam etmektedir. Bu noktada asıl dikkat çeken, Türkiye’nin enerji açığı dolayısıyla mı yoksa kaynaklarının yeterince doğru değerlendirilmemesi dolayısıyla mı dışa bağımlı olduğudur. (Necdet Pamir, 2018 Mayıs 22)

Enerji üretiminde önemli olan enerjinin ne kadarının yerli olarak üretildiğidir. Tez çalışmasının konusunun nükleer enerji olması ve bu enerji kaynağından yalnızca elektrik enerjisi üretilebilmesi dolayısıyla, Türkiye'nin elektrik enerjisinde yeterlilik durumu göz önünde bulundurulacaktır.

Tablo 18. Yerli ve İthal Elektrik Yüzdeleri

Enerjinin Kaynağı	Yüzdeler
Yerli	%48,97
İthal	%51,03

Kaynak: Türkiye Elektrik Üretimi, 2018, Ağustos 4

Ekonomide cari açığın en büyük nedenlerinden biri olan enerji açığı sorunu, enerji

talebinin üretimle ve üretiminde enerji talebiyle büyüdüğü ekonomik döngüde, cari açıkta bu döngüye paralel olarak büyümektedir (Demir, 2013: 23). Tablo 18'de yer alan verilere göre ülkemiz elektrik üretiminde yarı yarı dışa bağımlıdır.

Türkiye elektrik üretiminde yeterlilik durumu göz önünde bulundurulduğunda esas dikkat çeken nokta mevcut kurulu elektrik gücünün çok yüksek olması ve hatta ihtiyaç duyulan enerji miktarını bile geçebilecek seviyede olmasıdır. MMO'ya göre Türkiye'nin yerli kapasitesinden %100 yararlanılırsa mevcut üretimden 100 milyar kilowatsaat daha fazla elektrik üretimi gerçekleştirmek mümkündür. Hatta 2017 yılında tüketilen toplam 295 milyar Kw-saat enerji aslında yerli olarak tam kapasite kaynaklar kullanılarak üretim gerçekleşmiş olsaydı eklenecek 100 milyar Kw-saat ile gereğinden bile fazla enerjiye sahip olunabilecekti. Burada dikkat çeken bir diğer nokta lisans verilirken yeterince değerlendirilmeyen yenilenebilir enerji kaynağıdır (Necdet Pamir, 2018 Mayıs 22). Yenilenebilir enerji ayrıca son bölümde detaylı olarak incelenecektir.

Türkiye'de enerji bakımından dışa bağımlılığının ekonomiye olan etkisini telafi edebilmesi için bu bağımlılığını asgari seviyeye indirgemelidir. ( Atılğan, 2000, 2 ).

### **3.1.2. Türkiye için Enerji ve Ekonomik Değişkenlerin İlişkisi**

Sanayi Devrimi'nin gerçekleşmesiyle birlikte üretim artışı enerji tüketimi arttırmış ve enerji tüketimi zamanla ekonomik kalkınmışlığın göstergelerinden biri haline almıştır. (Mucuk, Uysal, 2009, 105-106) Günümüzde artık enerji tüketimi ekonomi için büyük önem arz etmekte toplumsal refahı etkileyen ekonomik değişkenlerle olan bağlantısıyla dolayısıyla bir arada anılmaktadır. Buna göre büyüme, cari açık ve enflasyonla olan bağlantısını inceleyebiliriz.

#### **3.1.2.1. Büyüme ile Enerji Tüketimi**

Enerjinin tüketim miktarıyla ekonomideki büyüme oranı arasındaki bağlantı hakkında netlik olmamakla birlikte Türkiye için gelire bağlı olarak artan enerji talebinin ekonomik büyüme üzerinde olumlu yönde bir etkiye neden olduğu gözlemlenmiş ve genellikle ithal edilen kaynakların bu ilişkide olumsuz etkiye sahip olduğu görülmüştür (Aydın, 2010: 321-335).

1970 yılında OPEC krizinin sonucunda enerji fiyatlarının artışının enerjiye bağımlı olan ülkelerde neden olduğu cari açıkla birlikte enerjinin ekonomi üzerindeki etkisi derinden hissedilmiştir (Yanar, Kerimoğlu, 2011: 192).

OECD raporuna göre bu ilişkin gücünün gelecekte azalacağına dair açıklamalar mevcuttur (Ekonomik Büyüme ve Elektrik Tüketimi, 2017, Aralık 22).

1960 ile 2006 yılları arasında bakıldığında enerji tüketiminin büyüme üzerinde pozitif eğimli etkiye sebep olduğu açığa çıkmıştır (Mucuk, Uysal, 2009: 114 )

Sanayi sektörünün önemli bir girdisi olmasından dolayı, enerji piyasası Türkiye’de enerji ve ekonomi parametreleri arasındaki ilişkinin kısa vadede olumlu doğrultuda ortaya çıkmasında katkıda bulunurken tam tersi uzun vadeli olarak incelendiğinde ise bu sonucun desteklenebilmesi için enerji arzı bakımından toplumsal ihtiyaca yetersiz kalan bir ülke olduğu için daha makul maliyetli enerji türlerine gereksinimi vardır ( Erbaykal, 2007: 42 ).

Sanayi sektörünün gelişimi enerji tüketimini tetiklemekte ve beraberinde milli gelirdede artış görülmektedir. Enerji tüketimi ile GSYİH değişkenlerinin arasında iki taraflı nedensellik bağlantısı vardır ve büyüme ile birlikte enerji tüketimi artarken artan enerji tüketiminin artışı büyümeyi tetiklemektedir ( Develi, 2012: 20-21 ).

### **3.1.2.2. Cari Açık ve Enerji Tüketimi**

Türkiye için cari açık sorunsalı günümüzde neredeyse enerji açığı sorunu olarak algılanmaktadır. Ekonomik büyümeyle ilgili güçlü mali hedefleri olan Türkiye bu hedeflerin beraberinde gelen cari açık maliyetiyle karşılaşmaktadır. Cari açığın makro iktisadi değişkenler üzerinde güçlü etkilerinin olmasının yanında doğalgaz ve petrol fiyatlarındaki yüksek değişkenlik ekonomide kırılmalıya yol açmaktadır. Bu külfetin maliyetini yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim ile azaltmak mümkündür ( Demir 2013: 22-23 ).

Gayri safi yurtiçi hâsıla ve reel kur ile cari açık arasında uzun olan dönemde bağlantı bulunmaktadır. Açık vermeyi göze alarak büyüme stratejisi GSYİH ile Reel kur üzerinde etkilere neden olmaktadır. Özellikle, 2002 sonrası büyümenin maliyeti cari açık olarak görülmektedir ( Çiftçi, 2014: 138 ).

1961 ile 2012 yılları arasında ki süreç incelenmesi neticesinde enerji tüketim

(birincil kaynaklar) derecesiyle uzun vadede büyüme arasında olumlu yönde bir bağlantı mevcutken uzun vadede tam tersidir. Çünkü Dünya genelinde gerçekleşen birincil kaynaklara olan ilginin artışı sebep olduğu fiyatlardaki artış Türkiye'ye de yansımaktadır (Bayar, 2014: 14 ).

### **3.1.2.3. Enflasyon ve Enerji**

Enflasyon probleminin giderilmesinde üretimin ana girdilerinden enerji dikkat çekmektedir. Enerji tüketiminin arttırılmasıyla artan üretim düzeyi enflasyonun yükselişini düşürmektedir. Ancak Türkiye'nin enerjide dışa bağımlı olması ekonomik istikrarı olumsuz etkilemekte ve çözülmesi gerekmektedir (Yılmaz, Altay, 2016, 228).

Enerji fiyatları ile enflasyon arasında ilişki bulunmaktadır. Enerji fiyatlarındaki yükseliş üretim maliyetlerinde artışa sebep olmakta ve akabinde cari açık artmaktadır. Beraberinde değeri düşen yerel para birimi neticesinde pahalılaştan ithalat enflasyona sebep olmaktadır ( Karacan, 2014: 196-197 ).

Türkiye, enerjinin ekonomi üzerindeki enflasyonist baskıdan kurtulabilmesi için yerli enerji kaynaklarına yönelmesi ve potansiyeleni değerlendirmesi gerekmektedir. Böylece küresel piyasada meydana gelen enerji fiyatlarının yarattığı dalgalanların etkisi daha az hissedilebilir hale gelecektir ( Türk, Bingöl, Ak, 2013: 61-67 )

## **3.2.TÜRKİYE VE NÜKLEER ENERJİ**

Türkiye'nin nükleer enerjiyle uzun soluklu serüveni değişen hükümete, değişen ekonomik koşullara ve küresel olarak nükleer enerji için yapılan antlaşmalara ve enerjiyle ilgili gelişmelere bağlı olarak yıllarca sürecek ve hala sürmekte olan tartışmalara neden olmuştur. Türkiye'nin nükleer santral serüveni 2. Dünya Savaşı esnasında Amerika'nın Jopanya'da, Hiroşima ve Nagazaki'ye atmış olduğu atom bombaları neticesinde gücünün görülmesiyle başlamış, önceleri üniversitede yönetilen çalışmalarla ilerlerken sonrasında devlet himayesine geçmiştir ( TMMOB-EMO, 2013: 61-67 ).

1955 yılında ABD'nin başlattığı "Atoms For Peace" programıyla birlikte barışçıl niyetli olarak nükleer enerji daha ulaşılabilir hale geldi ve akabindeki yıl İstanbul Teknik Üniversitesi ve İstanbul Üniversitesi'nin müşterek çalışması neticesinde "Reaktör Komitesi" oluşturulmuştur (TAEK, Sık Sorulan Sorular, 852 ). En belirgin başlangıç



adımı, 1956 yılına gelindiğinde NATO ile bir anlaşma yapılması ve akabinde Atom Enerjisi Komisyonu (AEK)'nin hayata geçirilmesiyle atılmıştır. Devam eden çalışmalarla birlikte Uluslararası Atom Enerji Ajansı'na da dâhil olunmuştur (TMMOB-EMO, 2013: 61-67 ).

1958 yılında komiteden yetkiyi devralan AEK 1960 yılında ilk araştırma amaçlı reaktör kurulumunu gerçekleştirmiş ve Uluslararası Atom Enerji Ajansı'nın ortak çalışmasıyla nükleer enerji santralının Türkiye'de kurulabileceği kararına 1965 yılında karar verilmiştir. ( TAEK, Sık Sorulan Sorular, 852 ).

Teknolojinin gelişmesi için çeşitli girişimlerde ve deneylerde bulunulmuş ancak çeşitli sebeplerden dolayı birçok proje yarım kalmıştır. 1972 yılına gelindiğinde ise Nükleer Enerji Ajansı hayata geçirilmiştir. ( TMMOB-EMO, 2013: 61-67 )

70'li yıllarda nükleer santral kurulumu için uygun yerler araştırılmaya başlanması sonucu, Sinop- İnceburun, Mersin- Akkuyu, Kıkırlareli- İğneada ideal yerler olarak tespit edilmiştir ( TMMOB-ÇMO, 2014: 8 ). İTÜ, Hacettepe, Ege, Boğaziçi ve Orta Doğu Teknik Üniversitelerinde zamanla ilgili bölümler ya da çalışma seçenekleri açıldı ve eğitimler vermeye başlanmıştır. ( Bayülken: 172 )

Sonraki aşamalarda santralle ilgili tüm projeler çeşitli sebepler neticesinde gerçekleştirilememiştir; (TAEK, Sık Sorulan Sorular,852). 1973 yılında projenin daha sonra daha büyüğünün yapılmasına kanaat getirilmesi gereğiyle iptali gerçekleşmiştir. 1977 yılında kabul edilen proje 1980 darbesi sebebiyle anlaşma yapılan firmanın bağlı olduğu İsveç hükümeti kredi iptalini gerçekleştirmesi neticesinde proje yine tamamlanamamıştır. 1982 projesi hazinenin üretilen elektriği satın alacağına dair söz vermemesi neticesinde gerçekleşmemiştir. 1997 ihalesi ise 2000 kriziyle rafa kaldırılmıştır (TAEK, Sık Sorulan Sorular 852).

Öncelikli olan Akkuyu projesi için 1976 yılına gelindiğinde gereken lisans alınabilmiştir (TMMOB-EMO, 2013: 61-67). Yani her türlü olumsuz senaryoya göre belirlenen bölgenin çevre için olumsuz bir koşul yaratmayacağı garantisi verilmiştir (Eral, 2015, 15).

Nükleer ve silah konusu Türkiye için 1980 yılında yapılan anlaşma sonrasında noktalanmıştır. Nükleer Silahların Yaygınlaşmasının Engellenmesi Anlaşması (NPT) imzalanmış ve buna göre Türkiye; (TMMOB-EMO, 2013: 61-67)

- Nükleer teknoloji silah üretme amaçlı kullanılmamayı,
- Bu teknolojiden silah üretmek amacıyla yararlanmaya çalışan ülkelere de destek vermemeyi kabul etmiştir.

Ayrıca 1981’de IAEA ile Safeguard anlaşması imzalanarak onların Türkiye’yi bu konuda denetlemesine müsaade edilmiştir. Bir sonraki yıl Türkiye Atom Enerjisi hayata geçirilmiştir. 1984’te Nükleer Enerji Ajansı (NEA)’ya katılmıştır. 1986 yılında yaşanan ve tüm Dünya’yı ilgilendiren Çernobil Felaketi nükleer çalışmalarını Türkiye’de duraksatmıştır. 1996 yılında Akkuyu için ihale açılmış, teklifler incelemeye alınmış ancak bir neticeye varılamamış ve proje iptal edilmiştir. ( TMMOB-EMO, 2013: 61-67 ).

1997 yılında, yapımı plânlanan santral için üç farklı şirketler birliği, güçleri 1400 ilâ 2800 MW arasında değişen proje teklifleri alınmıştır. Ancak, ekonomik koşullar ve yolsuzluk iddiaları nedenleriyle ertelenen karar 2000 yılında iptal edilmiştir. Kamuoyunda özellikle çevresel etkileri itibarıyla tartışılan projenin iptal edilmesindeki en önemli neden olarak projeye verilen tekliflerin boyutuna bağlı olarak 2,5 ile 4 milyar dolara ulaşan maliyetin karşılanmasında yaşanan sıkıntılar gösterilmiştir. Özellikle, 2005 yılı sonlarında, Ukrayna ile Rusya arasında yaşanan doğalgaz krizi, İran’ın Türkiye’ye gönderdiği gaz miktarını azaltması ve giderek artan petrol fiyatları sorunları Türkiye’yi nükleer santrallere yöneltmiştir (Yıldırım, Örnek, 2007: 35)

Sinop 2006 yılında nükleer enerji için ikinci uygun saha olarak belirlenmiştir ve 2008 yılında Resmi Gazete’de kurulumuyla ilgili yönetmelik yayınlanmıştır ( TMMOB-ÇMO, 2014: 9 ). 2008 yılında kararlaştırılan 2023 hedefleri doğrultusunda enerji sektörü dahil edilerek yol haritası çizilmiştir. (Eral, 2015: 16).

Sonraki yıllarda konuyla ilgili devlet tarafından gerçekleştirilen girişimler neticesinde 2010 yılında ROSATAM ile imza atılmıştır (TMMOB-EMO, 2013: 61-67). Anlaşma sonra Başkentte Akkuyu Nükleer Anonim Şirketi kurulmuştur. 2014 yılının Aralık ayında Çevresel Etki Değerlendirilmesi (ÇED) kararında onaylanmasıyla birlikte resmi olarak süreç ilerleyebilmiştir. Her yıl 600 öğrenci Akkuyu Nükleer Projesinde istihdam edilebilmeleri için gereken eğitimleri alabilecekleri Rusya Santrallerine eğitime gönderilmektedir (Yıldırım, Örnek, 2007: 35)

2013 yılında yapılması hedeflenen ikinci santral, Sinop Projesi için Japonya ile

işbirliğine girilmiş ve anlaşma imzalanmıştır. Süreç devam etmektedir. (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Nükleer Enerji). 2023 hedefleri doğrultusunda Sinop'ta yapılması planlanan santralinde çalışır hale gelmesi ve hatta 3. olarak hedeflenen santralinde inşaat aşamasının başlaması amaçlanmaktadır. (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Nükleer Enerji).

Türkiye'nin 2023 yılı için seçtiği amaçlardan biri de küresel olarak ekonomide ilk 10'da yer almak olduğu için enerji ithalatını azaltmak amacıyla nükleere yönelmektedir (Akyüz, 2015: 524-526).

### 3.2.1. Türkiye için Hedeflenen Nükleer Santral Projeleri

Görsel 5. Türkiye Nükleer Santral Projeleri



Kaynak: Nuclear Power in Turkey, 2018, Aralık

Türkiye için hedeflenen nükleer santral projeleri; Akkuyu Nükleer Santral Projesi, Sinop Nükleer Santral Projesi, İğneada Nükleer Santral Projesi (Nuclear Power in Turkey, 2018, Aralık)

#### 3.2.1.1. Akkuyu Nükleer Santral Projesi

Rusya Federasyonu Hükümeti ile gerçekleşen iş birliği sonucunda ülkemizde kurulacak olan Akkuyu NGS projesi için 27.08.2010'da gerekli onay verilmiştir ( T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı., 2016: 48). 3 Nisan 2018'de Mersinde kurulması

için çalışılan NGS projesi, şehrin bir ilçesi olan Gülnar'da temel atmak için merasim düzenlenmiştir (Akkuyu'da Temel Atıldı, 2018, Nisan 3).

Santralin başlıca niteliklerini şu şekilde açıklanabilir; VVER-1200 tipi (AES-2006) modelinde olan santral toplam 4 ayrı ancak aynı güçte (1200MW) üniteden bir araya gelmektedir. 4800 MW'lık enerji sağlayabilme gücüne sahiptir. Santralin kullanım süresi toplamda 60 yıldır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı., 2016: 48.)

Proje Aşamaları gereken aşamalar;

1. Hazırlık Süreci
2. Nükleer Güç Santrali İnşa Edilmesi
3. Nükleer Güç Santralinin İşletim Süreci ve Teknik Destek
4. Nükleer Güç Santralinin İşletim Sürecinin Sona Ermesi (Proje Aşamaları, 2011)

Nükleer santral projesinin detayları;

Projenin yürütülebilmesi için 2010 yılının Aralık ayında ismi sonradan Akkuyu Nükleer A.Ş olacak olan şirket kurulmuştur. ROSATAM\* isimli Rus şirketine kurulan şirketin tüm hisselerine sahip olabilme yetkisi verilmiştir. İleri aşamalarda ise asgari olarak %51 oranında Rosatam da kalması için anlaşmaya varılmıştır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016: 48)

Rosatam tercih ederse en fazla %41'ini Türkiye'de satışa sunabilecektir (Akkuyu Nükleer Santrali: 2019). Projenin için sermaye tedarik sorumluluğu (inşaat, işletim ve söküm maliyetleri) yetkili firma Rosatam'a aittir. Buna karşılık olarak Türkiye, lisanslama vermek, elektrik alım giderleri ve reaktörün kurulumunun gerçekleşeceği alanın maliyetlerinden sorumludur (Kaya, Göral, 2016: 425).

Ünitelerin aşamalı olarak işletmeye alınması hedeflenilmektedir. 2021 den 2024 yılına kadar bu sürecin tamamlanılması öngörülmektedir (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı., 2016: 48). Kurulan şirketin kayıtlı halde bulunan toplam sermayesi 2015 yılının bitişiyile birlikte 6.091.590.600 TL'ye ulaşmıştır. (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı., 2016: 48).

2018'de temel atılan Akkuyu 1 adlı reaktörün 2023 te işletilmeye açılması, Akkuyu 2'nin, 2020'de Akkuyu 3 ve 2021'de Akkuyu 4 numaraları reaktörlerin

inşaatlarının başlaması planlanılmaktadır ( Nuclear Power in Turkey, 2018, Aralık ).

### **3.2.1.2. Sinop Nükleer Santral Projesi**

Sinop'ta yapılması planlanan Proje için Türkiye 3 Mayıs 2013 tarihinde Japon hükümeti ile anlaşma gerçekleştirmiştir. ATMEA-1 modelinde toplam 4 üniteden oluşan santral için biçilen ömür 60 yıl iken toplam gücü 4480 MW'tır ( T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı., 2016: 48). 1 Nisan 2015 tarihinde Türkiye ile Japon Hükümetinin müşterekliğinde gerçekleşen anlaşma Resmi Gazete'de bildirilmiştir (Milletlerarası Andlaşma, 2015, Mayıs 23).

Santralin ilk iki ünitesinin 2024 ve 2025 yıllarında işletme sürecine başlaması planlanmaktadır (OECD, Nuclear Energy Agency, 2017: 63). Sinop için fizibilite çalışmaları 2018 de bitirilmesi planlanmaktadır ( Nuclear Power in Turkey, 2018, Aralık ).

Sinop için oluşturulan konsorsiyum, Japon Mitsibushi, Fransız AREVA, Japon Itochu ve Fransız GDF-Suez 'in bir araya gelmeleriyle gerçekleştirilmiştir (TMMOB-EMO, 2016: 72).

Sinop için seçilen model, ATMEA tipi, 1200 gücünde toplam 4480 MW ve Türkiye'de %49, konsorsiyum şirketinde ise %51 pay şeklinde anlaşmıştır (TMMOB-EMO, 2016: 72).

### **3.2.1.3. İğneada Nükleer Santral Projesi**

Üçüncü nükleer santral projesi olan İğneada Projesi için 24 Kasım 2014'te mutabakat imzalanmıştır. Anlaşma EÜAŞ ile SNPTC ve Westinghouse Electric arasında gerçekleşmiştir. Şu anda projenin Geliştirme Raporu denetlenme aşamasındadır (T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016: 48).

## 4.BÖLÜM

### TÜRKİYE İÇİN NÜKLEER ENERJİ FAYDA VE MALİYET ANALİZİ

#### 4. NÜKLEER ENERJİ MALİYET ANALİZİ

Nükleer enerji birçok bilim dalını ilgilendiren bir toplumsal hatta küresel boyutta önem arz eden bir meseledir. Bilimsel olarak sadece mühendislik boyutu bile kendi içinde çeşitli dallara ayrılırken ana enerji kaynağının uranyum ve toryum olması bakımından fen bilimleriyle yakından alakalıdır. Ancak sadece fen bilimleriyle sınırlı olmayıp toplumsal bir konu olması bakımından sosyal bilimlerle yakından alakalı bir konudur. Sosyolojik boyutunun olması ayrı bir çalışma konusu iken varlığının yararlarının yanında insan sağlığına geçmişte vermiş olduğu zararlar ve hatta sebep olduğu ölümler neticesinde ayrıca hukuki boyutu da bulunan tartışmalı ve siyasi içerikli bir konudur. Çünkü nükleer enerji sadece enerji ihtiyacını gidermek amaçlı kullanılmamış aynı zamanda silah olarak da kullanılmıştır. Varlığı siyasi güç bakımından stratejik önem arz etmektedir. Ayrıca sebep olduğu sağlık etkileri dolayısıyla sağlık bilimlerinde birçok araştırmaya konu olmuş zaman zaman sağlık üzerindeki etkileri tartışmalara sebep olmuştur ve bu etkiler sadece insanla alakalı olmamasından dolayı çevreye verdiği zararlar neticesinde çevre mühendislerinin araştırma alanlarına da dahil olmuştur. Nükleer enerji santralının kurulmasının gerçekleşeceği alanın belirlenmesi bile deprem bölgesi olmabilme ihtimali gibi elverişli koşulların sağlanması açısından bir başka bilim dalı olan jeoloji bilimi ile alakalı olup bir başka boyutudur. Bilim dallarıyla olan bağlantıları çok geniş bir yelpazeye yayılan nükleer enerji konusu bu sebeple çok boyutlu ve derin bir konudur.

Nükleer enerjinin Türkiye’de kurulması Enerji Bakanlığı tarafından yürütülen bir proje olmakta birlikte enerjinin kurulmasının nedenleri arasında özellikle ekonomik boyutuna dikkat çekilmiş, enerji ihtiyacını gidermede %75 civarında dışa bağımlı ve buna bağlı olarak cari açığı ve diğer ekonomik göstergeleri olumsuz etkilenen Türkiye için bir ihtiyaç olduğunun altı çizilerek uygulaması için çalışmaktadır. Enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesinin arzı güçlendirmekte etkili olması ve bu sayede enerji ihtiyacını

gidermede sürekliliğin korunabilmesi için tercih edilmesi bir diğer nedendir.

Nükleer enerjinin neredeyse tüm boyutlarına bir maliyet olarak bakabiliriz. Netice de çevreye, insana ve ekonomiye verdiği fayda ve zararlar birer değerlendirme ölçütüdür. Ancak bu boyutların tamamını ve kesin olarak ölçebilmek mümkün değildir. Teorik olan tez çalışması, var olan örnekler üzerinden olasılıkları değerlendirmekte ve özellikle sosyal bilimlere ait bir çalışma olması dolayısıyla bilhassa ekonomik boyutu ve diğer boyutlarının hesaplanması mümkün olabilen genel etkileri değerlendirilmektedir.

#### 4.1. Nükleer Enerjinin Maliyet Kalemleri

Bir nükleer santralde ele alınan maliyetler şu şekilde sıralanabilir;

- İlk yatırım maliyeti
- Yakıt maliyeti
- İşletim maliyeti
- Söküm maliyeti (Özgür,2012).

Bir nükleer santral maliyetleri arasında içerisinde inşaat giderleri, arazi ve makine gibi yüksek giderli teçhizatlar bulundurduğu için en büyük kalem ilk yatırım maliyetidir. İlk yatırım maliyeti sonrasında gelen maliyetler genel olarak işletim ya da bakım maliyetleri olarak adılırken kendi içinde sabit ve değişken olarak ayrılır. Maaş, bakım giderleri, idari masrafları gibi harcamalar sabit masraflar kalemine dahildir. Kimsayallar, tüketebilen malzemeler, gazlar, su, tüketilen yakıtlar ve ortaya çıkan atık gibi maliyetler ise değişken kalemine dahildir (Kaya, Koç, 2015: 64).

Bir nükleer santral için maliyet hesaplaması gerçekleştirilirken, inşaat, mühendislik ve lisans alabilmeyle ilgili olan başlangıçtaki maliyetlerin tesisin çalışma döneminde bu maliyetleri karşılayacağı göz önünde bulundurularak hesap edilir. Yani bu maliyetlere uzun vadede giderlere yayılarak giderilir. Bahsedilen sabit maliyetler santralin tüm çalışma süresi boyunca amortisi sağlanabilir (EDAM, 2011: 86).

Birim enerji maliyeti ise bir enerji santralinin tüm işletim süresi de dahil olmak üzere yarattığı masrafların birim enerji elde etmek için hesaplanan değeridir. (Kaya, Koç, 2015: 64)

Maliyeti etkileyen unsurlar şu şekilde açıklanabilir; Enerji maliyetlerinin hesaplanmasında dikkate alınan bir diğer faktör, kapasite faktörüdür. Yani tesisin

üretimini gerçekleştireceği enerji miktarını ifade etmekte olan faktörün düşük olması durumunda elde edilecek olan düşük enerjine karşı tüm ömre yayılan sabit maliyetlerin birim başına düşen oranı yüksek olacak ve sonuçta maliyet yüksek olacaktır (EDAM, 2011: 88).

Santralin tüm işletim süresine yayılan yatırım maliyeti aynı zamanda ekonomik ömür faktörüne de bağlıdır. Uzun ömür birim maliyette artışa neden olurken yüksek olan birim maliyetlerde ekonomik ömrü uzatmaktadır (EDAM, 2011: 88).

Toplam sermaye maliyetinin hesaplanmasında faiz oranlarına göre maliyeti değişen inşaat süreci ve maliyeti önemli bir unsurdur (EDAM, 2011: 88).

Nükleer santrallerin yapım aşaması da önem arz eden bir başka maliyet boyutudur. İnşaat süresi genellikle 6 ila 7 yıl alırken teori, proje süreci hesaba katıldığında 12 seneye kadar uzayabilmektedir (TAEK, Sık Sorulan Sorular, 854).

Nükleer kazalar santrallerin maliyetlerinin artmasında rol oynamışlardır çünkü her kazadan sonra daha güvenli santral üretebilmek için daha maliyetli ve daha gelişmiş yeni jenerasyon modeller üretilmiştir. Her yeni model daha güvenli ve nükleer silah üretimine elverişli olmamasına özen gösterilecek şekilde tasarlanmıştır (Özgür, 2012).

Nükleer enerji ilk yatırım maliyetinin pahalı olmasıyla dikkat çekerken işletim esnasındaki maliyet ve yakıt maliyet miktarları diğer enerjilerle rekabet edebilen seviyededir. (TAEK, Sık Sorulan Sorular, 854) Eğer sadece değişken maliyetler göz önünde bulundurulseydi nükleer enerjinin düşük maliyetli bir enerji kaynağı olduğunu söylemek mümkün olurdu (Bles vd., 2011: 19).

Ekonomik boyuttan ele alırken, nükleer enerji yaklaşık 250 bin yıl doğada varlığını sürdüren atık üretmesi dolayısıyla henüz dünyaya gelmemiş insanlar adına da alınmış bir karardır. Maliyeti anlayabilmek için ekonomik açıdan ele almak uygun yöntemlerdendir ancak tabii ki sosyal açıdan yattığı maliyetleri hesaplamak mümkün olmamakla birlikte insan canına verdiği zararların kıyası geri kalan hiçbir boyutla karşılaştırılması mümkün değildir (Özgür, 2012).

## **4.2. AKKUYU NÜKLEER SANTRAL PROJESİ FAYDA VE MALİYET**

Akkuyu nükleer santrali ile ilgili gerekli anlaşmalar gerçekleştirilmiş ve Çevresel Etki Değerlendirme raporu yayınlanmış olduğu için ekonomik maliyetini



değerlendirmek mümkündür. Değişen ekonomik koşullar da Akkuyunun maliyeti üzerinde olumlu ve olumsuz etkilere sahip olmaktadır. Değişken kur elektrik maliyetini etkilemekte ayrıca devreye gireceği zamanki kur net olarak bilinenemle birlikte mevcut koşullar üzerinden tahmin yapılarak değerlendirilmektedir. Nükleer enerjinin bir ihtiyaç olup olmaması da başka bir maliyet oluştururken incelemesi gerekliliğın sorgulandığı başlıkta anlaticaktır.

Projenin toplam maliyeti 20 milyar dolardır (Akkuyu Nükleer Santrali, 2019). Rus şirketinin ilk yatırım maliyetini üstlenmiş olması kurulacak santral için kaynak bulma derdini ve beraberinde getireceği faiz yükü maliyetini de ortadan kaldırmış olmaktadır (Özgür,2012).

Rusya ile varılan anlaşma neticesinde en az Türkiye nükleer enerjiden elde edeceği kilovatsaat başına 12,5 dolar/cent karşılık ödemeyi kabul etmiş bulunmaktadır (Greenpeace Nükleer Enerjiye Neden ,2006: Ekim 22). 15 yıllık süre boyunca sözü verilen elektrik KDV hariç üretilen elektrik miktarının kw-saati en düşük 12.35 sent/Dolar olarak anlaşılmıştır (Milletlerarası Andlaşma, 2010, Ekim 6).

TETAŞ nükleer santralin üreteceği kw-saat başına elektrik 12,35 dolar/cent ödeyerek satın almayı garanti etti ve fiyatlarda 15,33 dolar/cent'e ulaşan tavan fiyat belirlendi (Milletlerarası Andlaşma, 2010, Ekim 6).

TETAŞ nükleer santralde üretimi olacak olan elektrik için söz verdiği satın alma garantisi, %70 oranının 1. ve 2. reaktörler iken 3. ve 4. reaktörlerde üretilecek miktarın %30'una yani totalde üretilmesi beklenen elektrik miktarının yarısı satın alınması beklenmektedir. (Milletlerarası Andlaşma, 2010, Ekim 6) Yani yaklaşık yıllık 17 milyar 500 milyon Kw-saat ve toplam sözü verilen 15 yılın neticesinde 262,5 milyar Kw-saat elektrik enerjisinin alımı için anlaşmıştır (Akkuyu Nükleer Santrali, 2019).

Devletin belirlediği bu fiyatlardan alma garantisi 2036 yılı itibariyle süresi dolacaktır. Türkiye'nin enerji ihtiyacının %4'lük kısmını karşılaması beklenmektedir. Daha sonrasında belirlenecek fiyatların düşeceği beklenmemektedir (Akkuyu Nükleer Santrali, 2019).

Satın alma garantisi süresi 2036 yılında sona erecektir. Daha sonra yeni fiyat piyasaya göre belirlecektir. Ancak piyasa ile oluşan fiyat farklılıkları göz önünde bulundurulduğunda fiyatın piyasada aşağı yönlü eğilime sebep olacağı öngürülememektedir (Akkuyu Nükleer Santrali, 2019).

Satın alma sözü verilen fiyatın pisaya için kârlı mı yoksa zararlı mı olduğunu anlamak için elektrik piyasasında 2018 yılında oluşan ortalama fiyatlar göz önünde bulundurulduğunda 4 dolar sent seyirinde olduğu görülmektedir. Bu fiyat devletin alım garantisi sözü verdiğini 12.35 dolar sent sözünün çok altındadır (İstanbul Nükleer Karşıtı Platform, 2019, 3).

Akkuyu için 2010 yılı 6 Ekim 'de anlaşma yapıldığında kur 1,42 TL seviyesindeydi. 2010 yılı dolar kuruna göre sözü verilen alım garantisinin toplam maliyeti, 57 milyar TL'ye tekabül etmekteydi (Enerji Haberleri, 2016, Nisan 11). 2018 yıllı ortalama alış kuru (4,81 TL) temel alındığında (T.C.B.M. Arşivi, 2019 Haziran 26), yani doları 3 katından daha fazla yükseldiği günümüz kuruna göre hesaplandığında, 155. 925 milyar TL ile yaklaşık 3 katında alım garantisi maliyeti seviyesine ulaşmıştır

Akkuyu için inşaat ve işletim aşamalarının 3360 kişiye istihdam sağlaması beklenmektedir (Akkuyu Nükleer Santrali, 2019).

Söküm maliyeti için neredeyse 60 yıldan daha sonrasına dayandığı için henüz gündemde değildir (Özgür,2012).

Akkuyu reaktörünün aklılılarda soru işareti bıraktığı diğer bir nokta ise henüz çalışmakta olan başka bir örneğinin olmamasıdır (TMMOB-EMO, 2016: 53).

Kimya Mühendisleri Odası'na göre yıllık milyar 38.5 KW saat enerji arzı gerçekleştirilmesi beklenen Akkuyu santrali ile ödenen paranın müsavi değeri ile 47.7 milyar KW saat doğalgaz alarak elektrik enerjisi üretimi gerçekleştirebilmek mümkündür (TMMOB-EMO, 2016: 53).

Nükleer enerjinin kw-saat ücreti piyasa fiyatının çok üzerinde olmasına rağmen 12.35 dolar sent ile desteklenirken YEKDEM 'e bağlı RES(rüzgâr enerjisi santrali)'ne 7. 3 dolar sent satın alma sözü verilmektedir. (Akkuyu Nükleer Santrali, 2019)

Enerji Bakanlığı 2018 yılında açtığı bir ihale yarışmasında güneş enerjisinde tavan fiyatı 6.50 kw- saat başına dolar-sent olarak belirlendi. (Çeşitli İlanlar, 2018, Ekim 5) Nükleer enerjiyle kıyas edildiğinde ise Akkuyu için tavan fiyat olan 15.33 dolar-sent ile aradaki fark dikkat çekmektedir (Milletlerarası Andlaşma, 2010, Ekim 6).

#### **4.2.1 Atık Yönetimi ve Risk Maliyeti**

Nükleer enerjinin maliyetleri arasında önemli yer tutan sebep olduğu radyoaktif

atık problemidir. Bu konununun nasıl bir çözüme ulaşacağı büyük önem arz etmektedir.

Hesaplanan 60 yılın neticesinde Akkuyu'da gerçekleşecek olan santralin kullanılmış 5382 ton yakıt üretmesi beklenmektedir (Pekar,2014, 3). Projede açıklığa kavuşmayan en önemli noktalardan biri ise atık sorunuyla nasıl mücadele edileceğidir. (Kaya, Göral, 2016, 426) Greenpeace'ın ÇED raporuyla ilgili dikkat çektiği nokta radyoaktif atıkların Rusya'ya gittikten sonraki sürecin net olmaması (Kastchiev, Gufler, Müllner, 2014, 2-8).

Akkuyu Nükleer Santrali Anonim Şirketinin açıklamasına göre, santral için ihtiyaç duyulan yakıt Rusya'dan temin edilecek ve açığa çıkan atıklar Rusya'ya gidecek eğer Türkiye satın almayı talep ederse alabilecek. (Türkiye'nin Enerjisine Enerji, Akkunpp) Ancak bu açıklama şirketin yaptığı anlaşmayla çatışması soru işaretine neden olmaktadır. Çünkü TETAŞ tarafından satın alması gerçekleştirecek olan elektrik miktarı için yapılan devletarası anlaşmaya göre radyoaktif ve yakıt ile alakası hesaba 0.15 ABD senti/kW ayrıca ödeme gerekliliği maddesi mevcuttur (Gürbüz, , 2018, Nisan 3).

Kimya Mühendisleri Odası tarafından enerji birim maliyetinin içerisine risk ile ilgili maliyetlerin eklenmemiş olmaması eleştirilmiş, bahsedilen maliyet kaleminin hesaplanmadan tam olarak maliyetin bilinmeyeceği ancak enerjinin satışa sunulduğunda bu kaleminde eklenerek topluma ek mali yük oluşturacağıın altı çizilmiştir (Türkiye'nin Nükleer Enerjiye, 2013, Mayıs 17).

### **4.3. SİNOP NÜKLEER SANTRALİ PROJESİ MALİYETİ**

Sinop projesinin 22 milyar dolar maliyetinde olması beklenmektedir (Atiyas, 2015: 7). Sinop'ta kurulumu gerçekleşecek olan nükleer santral için 20 yıl boyunca kw-saat için 10.83 sent olarak alım garantisi verilmiştir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta bu fiyatın içeriğinde yakıt gideri dahil değildir. Nükleer enerjinin yakıt fiyatı borsaya bağlı olarak belirlenmektedir ve sürekliği artış gösterdiği bilinmektedir. Yakıt konusu net olarak bilinmemektedir (TMMOB-EMO, 2015: 14).

Elektrik Mühendisleri Odası'na göre Sinop ve Akkuyu için alım garanti toplamının devlet bütçesini zorlayacağı ve 110 milyar dolar tutan borç yükünün kırılğan ekonomiyi zor durumda bırakacağı beklenmektedir (Türkiye ve Dünyada Nükleer, 2019: 2).

Çevre Mühendisleri Odası tarafından 2011 senesinde Sinop'ta ve Akkuyu'da kurulacak santraller için olası bir kaza durumunda tahmini olarak hesaplanan radyoaktif sızıntının etkisinin yaklaşık 300 km'lik bir bölgeyi kapsayacağı tespit edilmiş olup 3. santral için belirlenen Kırklareli'nin bağlı olduğu Marmara bölgesinin ise 20 milyon civarında kişinin yaşaması bakımından olası bir tehlikenin sonuçlarının yüksek olabileceğine dikkat çekilmiştir (Nükleer Risk Hemen Yanınızda, 2011, Aralık 27).

Sinop santrali görüşmelerinden sonra hükümet 2015 senesinde dünyada çok ender görülen ve koruma altına alınmış longoz ormanlarından birinin yer aldığı Kırklareli'ne bağlı İğneada'da kurumunu planladığını açıklamış ve gereken anlaşmaların gerçekleştirildiğini belirtmiştir (TMMOB-EMO, 2016: 77).

Sinop için kurulması hedeflenen nükleer santral projesinde durum Akkuyu santralinden farklıdır. Alım sözü verilen 20 yıl boyunca 10.83 sentlik fiyatın içerisine yakıt dahil değildir. Yani yakıt getirilecek ancak yasa gereği alım fiyatının aynısı yansıtılacaktır. Bu noktada yeni bir soru işareti dikkat çekiyor çünkü enerjinin yakıt gideleri fiyatı borsaya bağlı olarak belirleniyor. Bu fiyat ilk seviyesinden günümüze kadar 28 kat yüksek seviyeye ulaşmıştır. Çok az sayıda ülkenin elinde bulunan bu yakıt, fiyatı ne olacağı belli olmadan nükleer enerji için alım garantisi onaylanmıştır (TMMOB-EMO, 2015: 14).

#### **4.4. TÜRKİYE'NİN ELEKTRİK TALEBİNE KARŞILIK NÜKLEER ENERJİ TARTIŞMASI ve ALTERNATİF KAYNAKLAR**

Enerji talebinin sürekliği artması durumu söz konusu olmasından dolayı enerji arzını sağlarken tek bir kaynağa bağlı kalmadan çeşitlendirmeye giderek arz güvenliğinin sağlanması gerekmektedir. Nükleer enerji bu noktada çok doğru bir seçim olarak görünmektedir ancak uluslararası ilişkileri göz önünde bulundurulduğu zaman tek bir ülkeye bağımlılığın arttırılmasının sakıncaları göz önünde bulundurulmalıdır (Kaya, Göral, 2016, 429).

##### **4.4.1. Nükleer Enerjinin Gerekliliği Tartışması**

Son yıllarda Türkiye'de gerçekleşen elektrik tüketim oranları incelendiğinde

yaklaşık %5.1 civarında her yıl artış gösterdiği görülmektedir. NGS'nin tüm reaktörlerinden enerji üretmeye başlaması beklenen 2026 yılında bu artış oranları göz önünde bulundurulduğu 452 milyar KW-saat civarında yıllık elektrik enerjisi tüketimi beklenmektedir. Bu doğrultuda 2026 yılı için %7.7, 2030 yılı için %6.3 ve 2040 için %3.9 civarında elektrik tüketim ihtiyacına yanıt vermesi beklenmektedir. Çünkü elektrik tüketiminin belirli bir noktaya ulaştıktan sonra azalarak artması beklenir ve santral 60 yıllık ömrünün sonuna doğru %3 kadar katkısı beklenmektedir. (Akkuyu Nükleer Santrali, 2019)

Reaktörlerin işletmeye girmesi, 2023 yılında 1. reaktör, 2024 yılında 2. reaktör, yılında 2025 3. reaktör, 2026 yılında 4. reaktör şeklinde olması planlanmaktadır. Tamamen işleme girdiği tarihte %8' yakın katkısı olması beklenirken artan talep ile birlikte 2040 yılına doğru %4'ün de altına düşmesi beklenmektedir. Üretilen enerji toplam enerjinin %4 gibi bir miktara tekabül etmesi hesaplanmaktadır (Akkuyu Nükleer Santrali, 2019)

Türkiye'nin enerji ihtiyacının her yıl arttığı aşikârdır. Enerji kaynaklarını arttırılması zaruriyetinin varlığı ile birlikte nükleer enerji seçimi çok konuşulmuş ve kaynak yönelmesinde eleştirilen çeşitli noktalar olmuştur.

Enerji bakımından Rusya'ya olan bağımlılığımızın yine bir Rus firmasına borçlanarak çözülmeye ve Rusya'nın bir enerji kaynağıyla çözülmeye çalışılmasından dolayı yeterince bağımsızlık olarak görülememektedir (Kaya, Göral, 2016, 429). Çünkü zaten elektrik ihtiyacının en yüksek oranda doğalgaz çevrim santralleri aracılığıyla karşılanmakta ve doğalgaz da Rusya'dan ithal edilmektedir. (Nükleer Risk Hemen Yanımızda, 2011, Aralık 27)

Çalışmanın enerjide dışa bağımlılıkla ilgili başlıkta açıklandığı üzere mevcut elektrik kapasitesinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve alternatiflerden yararlanılması durumunda kendi kendine çok rahatlıkla yetebilecek kapasiteye sahip olduğu belirtilmiştir. Aslında her kaynağın kendi içinde olumlu ve olumsuz tarafları bulunmaktadır. Devam eden maliyet bölümünde, bu kaynaklar genel olarak ele alınıp ortak ölçütlerle kıyaslanacak olup en iyi alternatifler araştırılacaktır.

#### **4.4.2. Uranyuma Alternatif Toryumdan Nükleer Enerji Tartışması**

Enerjinin iki hammaddesinden olan çekirdek kaynaklı toryum maddesi uranyum maddesine göre çok daha güvenilir olduğu düşünülmektedir. Nükleer için çok büyük dezavantaj olan atık problemini çok büyük oranda çözdüğü ve çevre için uyumlu olduğu bilinmektedir.(Yıldırım, Örnek, 2007: 36-38). Ancak günümüzde henüz bu madde ticari anlamda nükleer santral projelerinde kullanılamamaktadır. Prof. Dr. Saleh Sultansoy'a göre, bu maddenin ticarileştirilmesi için çeşitli yöntemler mevcuttur ve bunlar gerçekleşmesi için 5 ile 20 yıl arasında değişen süre zarfları gerekmektedir ( Nükleer Enerjide Toryumun, 2018 Ocak 5 ).

Toryum bazı bölünebilen maddelerle (Pu-239 ya da U-235) bir araya geldiğinde nükleer enerji için alternatif kaynak oluşturmaktadır. Günümüzde bu şekilde çalışmakta olan ticari santral mevcut değildir. Toryum enerji kaynağının nükleer enerjiye dönüştürülebilmesinin maliyetinin yüksek olduğu bilinmektedir (TAEK, Sık Sorulan Sorular, 851).

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü'nün gerçekleştirdiği araştırma neticesinde Eskişehir'in Sirvihisar ilçesinin Kızılcaören yöresinde 380.000 ton rezerv keşfedilmiştir. Esas sorun sonrasında işlemler için gereken teknolojiden yoksunluktur (T.C. ETKB, Uranyum ve Toryum).

Toryum meselesiyle ilgili ülkemizde, fizik alanında Prof.Dr. Engin Arık, konuyla ilgili çalışmalarıyla dikkat çekmiştir. Kendisinin açıklamalarına göre, 'Dünya toryum rezervlerinin neredeyse yarısı (800 bin ton) ülkemizde bulunmaktadır ve bu teknolojiye sahip olmak, ekonomik ve enerji ihtiyacı bakımından çok büyük önem arz etmektedir. Ülkemizin bu enerjiyi üretebilecek seviyede bir teknolojiye sahip olması durumunda trilyonlarca varil petrole müsavi seviyede enerji sahip olacağız. (İnce, 2002, Temmuz 27).

Prof.Arık, Sahip olduğumuz toryum rezerve (toryum-232 %100 oksitlenmiş durumda) yapısı dolayısıyla Çernobil gibi felaketlerin yaşanması mümkün olmadığına ve . sonsuz bir enerji kaynağı sağlayacak kadar sahip olduğumuza dikkat çekmiştir. Doğada herhangi bir kirliliğe yol açmayan bu maddenin düşük seviyeli olan atıkları da uzun ömürlü değildir. Prof.Arık Dünya'da konuyla ilgili yapılan araştırmalara ayrıca dikkat çekmiş ayrıca geç keşfedilen bu enerji kaynağının ülkemiz için büyük gelecek vaadetiğinin altını çizmiştir (İnce, 2002, Temmuz 27). Konuyla ilgili yeterli çalışmanın olmaması ve ilgilinen Prof.Arık ve nükleer ile ilgili araştırma yapan altı akademisyenin

aynı uçak kazasında vefat etmesi neticesinde yeterli bilim insanı bulunmamaktadır (Bilim Dünyasını Yasa, 2015 Aralık 1). Toryum meselesi ihmal edilmemesi gereken ülkemiz için cevher niteliğinde bir enerji kaynağıdır.

#### 4.4.3. Alternatif Enerji Kaynakları

Nükleer enerjiden sadece elektrik enerjisi üretilebilmektedir. Bu bölümde elektrik üretilebilmek için alternatif kaynaklar incelenmiş ve nükleer enerji kaynağıyla kıyaslanmıştır (Alemdaroğlu, 2007, 9).

Tablo 19. Elektrik Enerjisi Kaynakları

Elektrik üretilebilmek için yararlanılan alternatif enerji kaynakları
Termik Kaynaklar
Jeotermal Enerji
Gelgit Enerji
Güneş Enerjisi
Rüzgar Enerjisi
Hidrolik Kaynaklar
Taş Kömürü ve Linyit
İthal Kömür
Fuel Oil ve Nafta
Petrol

Kaynak: Türkiye Elektrik Üretimi, 2018 Ağustos 4

Nükleer enerjinin analizinin yapıldığı bölümde bu kaynağın seçilmesi durumunda karşılaşılabilecek olumlu ve olumsuz durumlar ele alınmıştır. Ancak bu durumlar sadece bununla sınırlı değil ayrıca yerine seçilebilecek kaynaklarla ortaya çıkacak durumlar ayrıca maliyet oluşturmakta ve nükleer enerji tercih edilirken bu noktaların dikkate alınmaları gerekmektedir.

Enerji kaynakları çalışmanın birinci bölümünde anlatıldığı üzere kendi içinde yenilenebilir ve yenilenemez olarak gruplandırılırken bu kaynaklar fosil kökenli olması

açısından yenilenemez durumdayken devamlılığı olan kaynaklar yenilenebilir kaynaklardır.

#### **4.4.3.1. Fosil Enerji Kaynakları**

Nükleer enerjiye alternatif olarak değerlendirilen fosil kaynaklar, Türkiye’de doğal gaz ve kömür enerji kaynaklarının elektrik üretilmesinden dolayı incelemeye alınacak kaynaklardır.

Fosil kaynaklar, küresel ısınmanın en önemli nedeni olarak görülmekte, doğa için oldukça ciddi hasarlara neden olabilmektedirler. Ayrıca enerji arzında temiz olmasının yanında en önemli koşullardan biri olan sürekliliğin sağlanması konusunda fosil kaynaklar uyarı vermeye başlamışlardır. Sonsuz tekrarı olmayan kaynakların varlığı rezervleri bittiğinde sona ermesi beklenmektedir.

Her kaynağın olumlu ve olumsuz yönleri olduğu gibi, fosil kaynakların da nükleer enerjiye göre olumlu ve olumsuz yönleri mevcuttur ve Türkiye için seçim yaparken göz önünde bulundurulması gereken avantaj ve dezavantajlar vardır değerlendirme yapılırken bu durumlar göz önünde bulundurulmalıdır.

##### **4.4.3.1.1 Doğal Gaz**

Yüz milyon yıl ve hatta daha fazla zaman evvelinden beri yeryüzünde ya da okyanus zeminlerinde oluşmuş kalıntılar belli karışımlarla doğal gaz ya da petrol enerjisine dönüşür. Yeryüzünün çok derinlerinde ortaya çıkan birçok farklı karbonun alışımından oluşan ve çeşitli ihtiyaçlara yanıt olarak kullanılabilen bir kaynaktır. (Nantural Gas Explained, 2017, Ekim 25) Rüzgârın güneşten elde edilen bir kaynak olması gerçeği gibi doğalgaz da ancak petrolden elde edilebilen bir kaynak olma özelliğindedir. Genel olarak yanma özelliği olan şeffaf görünümlü ve etrafına koku yaymayan bir maddedir. Kaynak, doğal olarak herhangi bir işlem görmeden işlevsel haldedir (T.C.ETKB, Doğalgaz). Ağırlıklı olarak etan ve metan içeren rengi olmayan bir enerji kaynağıdır (Riva, 2019 Haziran 7).

Doğal gaz enerjisini bir enerji talebine yönelik kullanılmak istenildiğinde karşılaşılan en büyük sorun ulaşması gereken konuma ulaştırabilmektir. Taşınabilmesi



için epey zahmet ve maliyet gerekmektedir. Ya yer altından boru hatları inşa ederek doğal halinde iletilebilir ya da sıvılaştırıp LNG (liquid natural gas) formuna dönüştürüp tankerler yardımıyla ulaştırılabilir (T.C.ETKB, Doğalgaz). Taşıyabilmek için gazın  $-162^0$  kadar soğutulmasıyla sıvılaştırılmış olmalıdır (EPDK, 2017: 15 ).

Dünya’da doğal gaz üretiminde lider ülke Amerika’dır. (Natural Gas, Energy. Gov) Enerji kaynağının 1970 civarında Türkiye’de başlayan kullanımı yaygınlaşan kullanım alanı ve artan taleple birlikte artış göstermiştir. Doğal gaz Türkiye için ana enerji kaynağıdır. 2015 yılın elektrik üretiminin %38.6 'sını doğalgazdan sağlamıştır (IEA, 2016: 103). Doğal gaz enerjisinde 54 milyar m<sup>3</sup> civarında ithalat gerçekleştirirken üretim düzeyimiz 350 milyon m<sup>3</sup> civarındadır (TMMOB-EMO, 2018: 179). Rezerv yönünden zengin olmayan Türkiye artan kullanım alanları ve ve talep dolayısıyla ithal ederek enerji kaynağından yararlanmaktadır (EPDK, 2018: 15). Elektrik üretiminin yanı sıra sanayi ve ısınma amaçlı kullanılan değişik formlar alabilen fosil enerji kaynak çeşitlerindedir. Ülkemizde en çok elektrik üretim amaçlı (%30-40) kullanılan doğalgazın bu alanda üretiminin kömürlü termik santrallerin artışı, yenilebilir enerjinin kullanımının artması ve su gelirin arttığı yıllarda beraberinde olmak üzere azalması beklenmektedir (TMMOB-EMO, 2018: 182).

Fosil kaynaklar çevreye verdikleri zararlarla bilinen ancak öte yandan en büyük enerji ihtiyacımızı karşılayan kaynaklardır. İçlerinde görece çevreye verdikleri zararlar konusunda doğalgaz kaynağı en düşük seviyededir (Sheverini, 2015: 24). Doğal gaz içerisinde kükürt barındırmaması dolayısıyla yanma esnasında çevre için bazı zararlı maddelerin oluşumunu gerçekleştirmez (Kakilli, Aküner: 4). Diğer fosil kaynakların işletim esnasında kazanda yarattığı hasarlara neden olmaz ve işletim esnasındaki bakımının daha kolay olmasını sağlar. Hava kirliliği açısından daha avantajlı konumdadır (İmal, Karapınarı, Doğan, 2013: 24).

Tablo 20. Doğalgaz Enerjisi ile Nükleer Enerji Kıyaslaması

Santral Modeli	İlk Yatırım Maliyeti \$/KW	Sabit İşletme Maliyeti \$/KW-yıl	Değişken İşletme Maliyeti \$/MWh
Doğalgaz Yakıtlı Linyit Santral	917	13,17	3,6
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14

Kaynak: Kaya, Koç, 2015: 65

Doğal gaz enerjisi ile nükleer enerjisinin kıyaslandığı tablolar incelendiğinde, Tablo 20 'e göre nükleer enerjinin ilk yatırım maliyeti doğal gaz enerjisinin yaklaşık 6 katı ve sabit maliyeti ise yaklaşık 7 katı kadar olduğu anlaşılmaktadır. Bu noktada oldukça pahalı olan nükleer enerji değişken maliyeti açısından kıyaslandığında doğal gaz enerjisi 1.5 kat civarında pahalı kalmaktadır.

Tablo 21. Karbon Salınımı Değerleri Kıyaslaması

Enerji kaynağı	Ortalama Sera Gazı Emisyonu ton-CO <sub>2</sub> /GWH
Doğalgaz	499
Nükleer	66

Kaynak: Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı, 2017 Aralık 4

Tablo 21'e bakıldığında nükleer enerjinin neredeyse sifıra yakın düzeyde karbon salınımına neden olmasından dolayı doğal gaz karbon değerlerinin kıyaslanamayacak derecede yüksek kalması dikkat çekmektedir. Alternatif fosil enerji kaynakları içerisinde karbon salınımı açısından en düşük konumdadır. Ancak nükleer enerji kaynağı ile kıyas edildiğinde yaklaşık 8 katı olan karbon salınımı insan sağlığına ve doğaya verdiği zararlar dolayısıyla çok ciddi maliyet oluşturmaktadır.

Tablo 22. Doğalgaz Enerjisinin Durumu

Kayıtlı Santral Sayısı	221
DTS Kurulu Güç	26.750 MWe Kayıtlı:25.963 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 32,18
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 147.357 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 56,68
Doğalgaz Rezervi	23,2 Milyar m <sup>3</sup>

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016:23, Enerji Atlası, Doğal Gaz,2016 2015 yılı verisidir. Enerji Bakanlığı 2016 yılından sonra Mavi Kitap yayınlamamıştır.

Doğal gaz enerjisi, nükleer enerjiden genel olarak daha ucuz ancak karbon salınımı açısından çok daha yüksek olmasının boyutlarının yanında yerli olarak kullanım durumu incelendiğinde, Tablo 22'e göre elektrik ihtiyacını gidermek açısından kurulu güce oranının %32,18 olması, çok yüksek, neredeyse elektrik enerjisi ihtiyacının üçte birinin bu kaynaktan karşılandığını göstermektedir. Elektrik ihtiyacının giderilmesinde bu kadar yüksek bir orana sahip olan enerjinin %90'a yakını ithal edilmektedir. Dışa bağımlı olarak üretilen doğal gaz enerjisinin nükleer enerji ile aynı soruna sebep olduğu, tam olarak yerli bir kaynak olmaması durumu açığa çıkmaktadır. Ekonomi üzerinde olumsuz etkiye, özellikle cari açık üzerinde olumsuz faktörler arasında olan kaynağın, Tablo 23'te belirtildiği üzere dışa bağımlılık durumundan kurtulmak için yerli olarak üretilmesi söz konusu olursa, 23,2 Milyar m<sup>3</sup> kadar düşük bir rezerv oranına sahip olması dolayısıyla yetersiz kaldığı anlaşılmaktadır.

Fosil kaynaklar içinde karbon salınımı ve maliyet açısından en iyi alternatif konumunda olan doğal gaz enerjisinin, yeterince rezerv olmaması ve nükleere göre yüksek karbon salınımına neden olması dolayısıyla tüm alternatif kaynakları arasında yeterince iyi bir alternatif olarak değerlendirilememektedir.

#### 4.4.3.1.2. Kömür

Fosil kaynaklar arasında çok önemli görülen kömür, genellikle siyah ve kahverengi olup maddenin katı halinde biçimlenen ve özellikle katmanlı halde tortullu tabakalarda ortaya çıkan bir enerji çeşididir (Kopp, 2019, Nisan 25). Kömür enerji kaynağının açığa çıkabilmesi için milyonlarca yıl geçmesi gerekmektedir. Bu yüzden yenilenebilir enerji kaynağı grubuna girmemektedir (Coal Explained, 2018 Kasım 26 ). Ayrıca sonsuz bir arza sahip olmaması dolayısıyla sınırlı bir kaynaktır.

Bir kömür türü olarak linyit içerik bakımından bol nemli ve küllü bir yapıda olmasından ve yakıldığında açığa çıkan ısı miktarının düşük olmasından dolayı termik santrallerde yakıt kaynağı olarak kullanılır. Diğer bir türü ise taşkömürüdür (T.C ETKB, Kömür).

Dünya üzerinde kömür enerji kaynağında gerçekleşen hızlı yükseliş dikkat çekmekte son otuz yıl içinde gösterdiği artış neredeyse iki katına ulaşmıştır. En çok yararlanan ülke olarak Çin ve Asya-Pasifik Bölgesi'nde özellikle hızla artan elektrik üretiminde en çok kömürün yer alması kaynaktan ne kadar çok yararlandığını göstermektedir (Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, 2017: 9). Kaynak bakımından en zengin ülke Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere ikinci sırada Rusya ve üçüncü sırada Çin gelmektedir (T.C. ETKB, Kömür).

Türkiye, doğal gaz ve petrol rezervlerinin düşük olmasına karşın zengin taş kömürü ve linyit rezervlerine sahiptir. Yine de yerli kömürün kalitesinin düşüklüğünden ve linyit yataklarının kısmen geliştirilmesinden dolayı yüksek oranda ithal edilmektedir. Fosil kaynaklar içinde en önemli rezerve sahip linyit enerjisinin geliştirilmesi kaynak çeşitlendirilmesinde önem arz etmektedir (IEA, 2016: 89).

Kömür enerjisi, madenlerinde meydana gelen ciddi kazalar dikkat çekmekte ve bu enerji kaynağının ülkemizde çevre dışında yarattığı en büyük olumsuz etkilerdendir (IEA, 2016: 89).

Soma'da 301 kişinin toplu olarak ölümüne neden olan son elli yıldaki en büyük 2. ölümcül kazadan biri olan maden kazasında, Türkiye'nin bu konuda ne kadar çok ihmalkâr davrandığı anlaşılmıştır. Öyle ki kaza aynı zamanda dünya tarihinde gerçekleşmiş tüm maden kazaları arasında 13. sırada yer almıştır. Ayrıca 1992 yılında

yaşanan 263 insanın ölümüne sebep olan Zonguldak maden kazası ise dünya sıralamasında 15. olarak yer almıştır. Ayrıca sadece ülkemizde değil Hindistan, İtalya, Çin. vb. Ülkelerde dünya tarihine geçmiş ciddi kazalar bilinmektedir (Soma dünyada son 50, 2019, Mayıs 13).

Küresel ısınmanın en büyük nedenleri arasında gösterilen fosil enerji kullanımı özellikle kömür santralleri sebebiyle doğayı olumsuz etkilemeye devam etmektedir (FMO, Taner: 3). Özellikle kömürlü termik santraller doğalgaz çevrim santrallerinden farklı olarak doğada sebep olduğu hava kirlili nedeniyle hastalıklara ve ölümlere neden olmaktadır. Doğalgaz kaynaklı santrallerden farklı olarak her Kw-saat için iki katı yüksek seviyede karbondioksit salınımına sebep olmaktadır (Taner, 2).

Termik santrallerin sağlığa etkileri konusunda bir çok sağlık kuruluşu, odası ve örgütü vb. uyarılarda bulunmuştur. TTB (Türk Tabipler Birliği) kömürlü termik santrallerin insanları zehirlediğinin altını çizmiştir. Ayrıca Türk Tabipler Birliği Merkez Konsey Üyesi olan Prof.Dr. Nilay Etiler, bu santrallerin kurulduğu civarlarda yıllık 1340 kadar erken gerçekleşen doğum konusuna dikkat çekmiştir. (Kömürlü Termik Santraller, 2014, Ekim 10)

Kömürlü termik santraller, cari açığın kapatılması açısından tercih edilirken toplum sağlığının ihmal edilmesi nedeniyle ciddi maliyetlere yol açmaktadır (Pala, 2017: 175).

Tablo 23. Kömür Enerjisinin Nükleer Enerji ile Kıyaslaması

Santral Modeli	İlk Yatırım Maliyeti \$/KW	Sabit İşletme Maliyeti \$/KW-yıl	Değişken İşletme Maliyeti \$/MWh
Kömür Yakıtlı Linyit Santral	3246	37,8	4,47
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14

Kaynak: Kaya, Koç, 2015: 65

Kömür enerjisi ile nükleer enerjisinin kıyaslandığı tablolar incelendiğinde, Tablo 23 'e göre nükleer enerjinin ilk yatırım maliyeti kömür maliyetinin 1.7 katına yakın ve

sabit maliyeti ise yaklaşık 2.5 katı kadardır. Değişken maliyetleri açısından kıyaslandığında ise kömür enerjisinin maliyeti nükleer enerjinin maliyetinin yaklaşık 2 katıdır.

Tablo 24. Karbon Salınımı Değerleri Kıyaslaması

Enerji Kaynağı	Ortalama Sera Gazı Emisyonu ton-CO <sub>2</sub> /GWH
Taş Kömürü	888
İthal Kömür	888
Nükleer	66

Kaynak: Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı, 2017 Aralık 4

Tablo 24'e bakıldığında nükleer enerjinin en düşük düşük karbon salınımı olan kaynaklar arasında bilinmesine karşılık en yüksek karbon salınımına sahip kömür enerjisi ile kıyaslandığında arada insan sağlığı ve doğa açısından ciddi maliyetlere neden olabilecek farklılıklar görülmektedir. Kömür enerjisi karbon salınımı açısından nükleer enerjinin yaklaşık 13.5 katıdır.

Tablo 25. Kömür Enerjisinin Durumu

Kayıtlı Santral Sayısı	40
KTS Kurulu Güç	17.907 MWe Kayıtlı:18.871 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 21,54
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 99,569 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 38,30
Taşkömürü Rezervi	1.308,5 Milyon Ton
Linyit Rezervi	14.764,9 Milyon Ton

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,2016: 23, Enerji Atlası, Kömür, 2016

2015 yılı verisidir. Enerji Bakanlığı 2016 yılından sonra Mavi Kitap yayınlamamıştır.

Karbon salınımı açısından ciddi oranda yüksek olan kömür kaynağının, iyi bir alternatif olmamasına karşılık yerli durumu incelendiğinde, Tablo 25'e göre, %21.54 kadar yüksek bir oranda elektrik enerjinin giderilmesinde yer almaktadır. Buna karşılık fosil kaynakların tamamında olduğu gibi %90 civarında dışa bağımlı olarak üretilen enerji dolayısıyla cari açığı olumsuz etkilemektedir. Yerli olarak üretilmesi durumunda 1.308,5 milyon ton taşkömürü ve 14.764,9 milyon ton linyit zengin rezervine rağmen nükleer enerji için her boyuttan yeterince doğru bir alternatif oluşturmamakta sağlık sorunlarıyla ön plana çıkmaktadır.

Fosil kaynaklar içinde elektrik üretimi açısından en yüksek karbon salınımı olan kömür enerjisinin tüm alternatif kaynaklar içerisinde yeterince tercih edilebilir alternatif bir olduğunu söylemek mümkün değildir.

#### **4.4.3.2. Yenilenebilir Alternatif Enerji Kaynakları**

Nükleer enerjiye alternatif olarak değerlendirilen yenilenebilir enerji kaynakları, Türkiye'de güneş, rüzgâr, hidrolik, jeotermal ve biyokütle enerjilerinden elektrik üretilmesinden dolayı incelemeye alınacak kaynaklardır.

Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil enerji kaynaklarının aksine küresel ısınmaya karşı önlem olarak tercih edilen, doğa ile uyumlu kaynaklardır ve doğru değerlendirilmeleri durumunda zararsız olarak enerji sağlamak mümkündür.

Fosil kaynaklar rezervlerle sınırlı iken sonsuz arza sahip olan yenilenebilir enerji kaynakları potansiyele göre belirli bölgelerde, belirli yenilenebilir enerji kaynakları değerlendirilerek enerji ihtiyacını temiz karşılamak mümkündür. Ancak hava koşullarına göze bazı kaynaklar her zaman eşit seviyede bulanamamasından dolayı tek başlarına garanti olarak görülememektedirler.

Her kaynağın olumlu ve olumsuz yönleri olduğu gibi, yenilenebilir kaynaklarının da nükleer enerjiyle kıyaslandığında olumlu ve olumsuz yönleri mevcuttur ve Türkiye için seçim yaparken göz önünde bulundurulması gereken avantaj ve dezavantajlar vardır. Bu kıyaslamalara göre nükleer tercihi yapılırken farklı tercihlerin durumları göz önünde bulundurulmalıdır.

#### 4.4.3.2.1. Güneş

Dünya'nın yararlandığı en verimli kaynak olan güneş tükenebilen enerji türlerinin (petrol, doğal gaz, kömür... vs.) aksine sonu gelmeyen bir arza sahip olmasından ve çevreye tamamen zararsız bir kaynak sağlamasından dolayı günden güne kıymetlenen ve talebi artan bir kaynaktır. Muazzam bir güce sahip olan bu kaynağın gücünün neredeyse yarısı yeryüzüne ulaşırken Dünya'nın koruyucu tabakası olan atmosfer tarafından filtrelendir. Buna rağmen potansiyeli o kadar güçlü ki, enerjisi tek başına Dünya'nın tüm ihtiyacına karşılayabilecek kapasitedir (Ashok, 2018, Mayıs 31). Güneşten 150 milyon kilometre uzaklıkta bulunan Dünya'nın aldığı enerji yıllık enerji tüketiminin 20.000 mislidir (YEGM, Güneş Enerjisi ve Teknolojileri).

Güneş aslında neredeyse tüm enerji kaynaklarının temelidir. Dünya'nın hem sıcaklığını hem de aydınlanmasını sağlamaktadır (GÜNDER, 2018, 6). Enerjiyi iki türlü yani hem direkt hem de dolaylı olarak üretmek mümkündür (Ege Üniversitesi, Güneş Enerjisi Enstitüsü ).

Çok amaçlı kullanılabilen güneş enerjisi bulutlu hava koşullarında bile enerji üretimine olanak sağlamaktadır. Konsantre güneş enerjisi (CSP) sistemi aynalar yardımıyla güneşten gelen enerjiyi yoğunlaştırır. Bu sayede elektrik üretimi sağlanabilir (Solar Energy, 2018). Binalar üzerine kurulan güneş sistemleri çevre üzerinde en düşük etkiye sahiptir. Yeryüzüne ulaşan güneş miktarı değişkenlik gösterir ve metrekareye düşen güneş enerjisi miktarı düşük olduğu için büyük alanlara GES kurulumu gerçekleştirilmelidir (Solar Explained, 2018, Aralık 19).

Güneş enerjisinden faydalanabilmek için coğrafi konum esas önem arz etmektedir ki Türkiye bu yönden çok büyük avantaja sahiptir (T.C. ETKB., Güneş). Ülkemizde güneş enerjisi özellikle güney bölgelerde ağırlıklı iken nükleer santralin kurulması için seçilmiş olan bölgelerden Karadeniz'de azaldığı görülmektedir (TMMOB-MMO, 201: 351). Öte yandan Avrupa'da yenilenebilir enerjiye dönüşümüyle ve kullanım ortalamasını yükseltmesiyle dikkat çeken ve güneş enerjisi bakımından çok düşük potansiyele sahip Almanya'nın en yüksek ışıınım değerinin 1200 kWh/metrekare, Karadeniz'de yani ülkemizin en düşük güneş alan bölgesiyle çok yakın değerleri sahip olması dikkat çekmektedir. Bu noktada potansiyelin değerinin çok altında kullandığı



görülmektedir (TMMOB-MMO, 201: 352).

Dünyada kullanılan güneş kapasitesinin %71'i Çin enerji sektörü oluşturmaktadır. Türkiye %3'lük oranla sektörde yer almaktadır. (TMMOB-MMO, 201: 356). Dünya'da gelişen teknolojiyle birlikte güneş maliyetleri her yıl düşmektedir. Erdil, (2017 Kasım 20). Türkiye'de yıllık 380 milyar kilovatsaatlik güneş enerjisi potansiyeli mevcuttur. (MİLGES, MİLHES, MİLKANAT ve (YGDA) Sistemi Geliştirilmesi Projeleri, 2015).

Hükümet politikaları doğrultusunda elektrik için kömür üretiminin arttırılması beklentsine karşılık 2030 yılında ülkemizin potansiyeline göre elektrik ihtiyacının %47'lik kısmının yenilenebilir kaynaklar aracılığıyla tedarik edilmesi mümkündür (Özgür,2014:11). Yenilenebilir enerji kaynaklarının en büyük avantajlarından sera gazı etkisine neden olmamaları sebebiyle küresel ısınmaya kattıkları olumlu etkileri en büyük tercih sebeplerindedir. Güneş enerjisi ilk kurulum maliyeti yüksek ancak doğa ve için zararı düşük enerji kaynaklarındandır.

Tablo 26. Güneş Enerjisi ve Nükleer Enerji Kıyaslaması

Santral Modeli	İlk Yatırım Maliyeti \$/KW	Sabit İşletme Maliyeti \$/KW-yıl	Değişken İşletme Maliyeti \$/MWh
Güneş Enerji Santrali	3873	24,69	-
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14

Kaynak: Kaya, Koç, 2015: 65

Güneş enerjisi ile nükleer enerjisinin kıyaslandığı tablolar incelendiğinde, Tablo 27 'e göre nükleer enerjinin ilk yatırım maliyeti güneş enerjisi maliyetinin 1.5 katına yakın ve sabit maliyeti ise yaklaşık 3,8 katı kadardır. Değişken maliyetleri açısından kıyaslandığında genellikle fosil enerji kaynakların düşük iken yenilenebilir enerji kaynaklarında durum değişmektedir. Güneş enerjisi değişken maliyete neden olmaz iken, nükleer enerji 2.14 \$/MWh kadar bir maliyete neden olmaktadır. Mali boyuttan

kıyaslandığında güneş enerjisi her açıdan avantajlı konumdadır.

Tablo 27. Karbon Salınımı Değerleri Kıyaslaması

Enerji Kaynağı	Ortalama Sera Gazı Emisyonu ton-CO <sub>2</sub> /GWH
Güneş	23
Nükleer	66

Kaynak: Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı, 2017 Aralık 4

Tablo 28'e bakıldığında nükleer enerjinin tercih edilmesinde en çok ileri sürülen nedenlerden biri olan düşük düşük karbon salınımı özelliğinin fosil kaynaklardaki durumun tersine güneş enerjisinde yüksek bile kalmaktadır. Nükleer enerji yaklaşık 2.9 katı kadar olması dolayısıyla güneş enerjisinin nükleer enerjiden daha çok daha avantajlı konumda olduğu görülmektedir.

Tablo 28. Güneş Enerjisinin Durumu

Kayıtlı Santral Sayısı	556
GES Kurulu Güç	2.246 MWe Kayıtlı:1.563 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 2,70
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 2,335 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 0,90
Potansiyel Durumu	1,500 kWh/m <sup>2</sup> -yıl 350 milyar KW-saat(yıllık)

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2016: 23, Enerji Atlası, Güneş Enerjisi Santralleri,2016, MİLGES, MİLHES, MİLKANAT ve (YGDA) Sistemi Geliştirilmesi Projeleri, 2015 2015 yılı verisidir. Enerji Bakanlığı 2016 yılından sonra Mavi Kitap yayınlamamıştır.

Güneş enerjisinin ham mali hemde karbon salınımı açısından çok daha iyi olması ve en büyük avantajının yerli olarak üretilebilen bir kaynak olmasına rağmen tablo 29'da

elektrik enerjisi üretiminde % 2,70 kadar küçük bir orana sahip olması ekonomi açısından sağlanabilecek avantajların önüne geçmektedir.

Güneş enerjisinin ilk maliyetinin yüksek olmasına karşılık küresel boyutta maliyetleri nükleer enerjinin aksine düşmeye devam etmektedir. Nükleer enerjinin eleştirildiği gibi burada da enerjinin teknolojisinin dışarıdan getirilmesi durumundan dolayı tam bir bağımsızlık söz konusu değildir. Bu konuda Ar-Ge çalışmaları arttırılmalı ve avantajların yararlanılmasıdır (Necdet Pamir, 2018 Mayıs 22). Bu açıdan değerlendirilmesi gereken enerjinin Tablo 29’da görüldüğü üzere, 350 milyar KW-saat(yıllık) miktarda çok yüksek bir potansiyele sahiptir.

Güneş enerjisi, nükleer enerji ile kıyas edildiğinde her yönden çok daha avantajlı konumda olması ve yerli potansiyelin çok yüksek olması dolayısıyla çok iyi bir alternatif olarak değerlendirilmektedir. Hem ekonomik, sağlık hem de çevre boyutunda nükleer enerjinin ve fosil enerji kaynaklarının neden olduğu maliyetlere neden olmamaktadır. En temiz enerji kaynağı olarak görülen ama potansiyelinin çok altında yararlanılan kaynak doğru şekilde değerlendirilmelidir.

#### **4.4.3.2.2 Rüzgâr**

Rüzgâr, aslında bir başka enerji kaynağının varlığına bağlı olarak yani, güneşin varlığının bir sonucudur. Onun etrafına yaydığı radyasyonun çeşitli derecelerde dünyanın yüzeyinde sıcaklıkların oluşmasına sebep olarak basıncın ve nemin seviyesinde meydana gelen farklılıklar oluşturur. Bölge bölge değişen basınç seviyesi ise rüzgârı ( hava hareketi) ortaya çıkarır. Güneşten gelen gücün ancak yüzde ikisi form olarak rüzgâr enerjisi şeklini alabilmektedir.(T.C.ETKB, Rüzgâr)

Yenilenebilir alternatif enerji türlerinden biri olan rüzgâr enerjisi bir çeşit rüzgârın kinetik enerjisi tribünlerin vasıtasıyla farklı enerjilere (sırasıyla mekanik sonrasında elektrik) çevirebilen bir güç kaynağıdır (Selin, 2018, Mayıs 4).

Dünya’da en hızlı ilerleyen enerji kaynakları arasında olan rüzgar enerjisi gittikçe azalan maliyeti sayesinde de kullanımı artmaktadır. Rüzgâr gücü teknolojisi yaklaşık bir yüzyıl önce doğmuştur. İngiltere ve Amerika’da yapılan üretimlerden sonra 1800’lü yılların sonunda Danimarka’da inşa edilen 22,8 metrelik türbinden sonra ilk modern hali olarak kabul edilmiştir (Wind Energy, 2018).

Rüzgârın en büyük avantajlarından biri hammadde bakımından yüzde yüz yerli malıdır. Enerji de dışa bağımlılıktan kurtarıcıdır. Doğa ile dost olan bu teknolojiyi kurduktan sonra çalışır hale getirmek uzun zaman almamaktadır. Genel olarak düşük maliyetlere sahiptir. Toplum için bir istihdam alanı oluşur (YEGM, Rüzgâr Enerjisi).

Fosil enerji kaynakları çevre üzerinde oldukça olumsuz etkilere sahip iken yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmek bu etkiyi terse çevirmek açısından ayrıca önem arz etmektedir (Kendirli, Çakmak, 2017: 96).

Dünya'da Rüzgar enerjisinden en çok Çin ikinci olarak Amerika Birleşik Devletleri üçüncü Almanya dördüncü. İspanya ve beşinci Hindistan yararlanmaktadır. Özellikle Çin ekonomisinin büyümesi rüzgar enerjisinden yararlanması tetiklemektedir. Türkiye'de rüzgar enerjisinde kara potansiyelinden yararlanmaktadır. Bunun yanında 17393.20 Megawatt deniz üstü RES potansiyeline sahiptir ve henüz bu alanda kurulmuş santral mevcut değildir. (Enerji Atlası, Rüzgâr, 2016)

Ülkemizde ilk RES İzmir'de 1998 yılında kurulumu gerçekleşmiştir. Yaklaşık %6 oranında enerji çeşitliliğinde yer almaktadır (Şenel, Koç, 2015: 55). Türkiye'de özellikle en yüksek Gökçeada'da 526 Watt/metrekare ile, Gelibolu'da 410 Watt/metrekare, Belen'de 387 Watt/metrekare olmak üzere ülke genelinde coğrafi konumunun avantajları dolayısıyla RES için çok uygundur. Belirtilen bölgelerde enerji santrallerinin kurulması sayesinde doğu bölgelerinden enerji taşımının oluşturduğu kayıplarında önüne geçilebilecektir (Bilgili, Şahin, Şimşek, 2010: 11).

Bozcaada Rüzgar Enerji Santrali, yaklaşık 30.000 kişinin elektrik ihtiyacını karşılayan, Türkiye'nin en büyük rüzgar enerji santralidir. Aynı enerjiyi üretecek bir kömür santralına göre türbin başına 82.000 ağaca eşdeğer oksijen tasarrufu sağlamaktadır. Diğer bir ifadeyle bu 17 türbin burada 1.400.000 ağaçlık bir orman yaratmıştır (Bozcaada, 2019).

Rüzgar enerjisi santralleri doğru bir şekilde kurulmazlarsa kuşların göç yollarına zarar verebilmektedirler.

Tablo 29. Rüzgar Enerjisi Ve Nükleer Enerji Maliyet Kıyaslaması

Santral -Modeli	İlk Yatırım Maliyeti \$/KW	Sabit İşletme Maliyeti \$/KW-yıl	Değişken İşletme Maliyeti \$/MWh
Rüzgar Santrali (Deniz Üstü)	6230	74	-
Rüzgar Santrali (Kara)	2213	39,55	-
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14

Kaynak: Kaya, Koç, 2015: 65

Rüzgâr enerjisinin kurulumu deniz üstü ve kara şeklinde olmak üzere Türkiye’de karada kurulu olarak mevcut bulunan rüzgâr enerjisine ek olarak 2018 yılında T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca 1200 MWe değerinde Türkiye’de ilk defa gerçekleştirilecek olan deniz üstü rüzgâr enerjisi santrali (offshore) kurulumuyla ilgili yarışma başlatılmıştır (OFFSHORE YEKA, 2018 Haziran 21).

Deniz üstüne kurulan rüzgâr enerjisi ile nükleer enerjinin kıyaslandığı tablolar incelendiğinde, Tablo 30’a göre rüzgâr enerjisinin ilk yatırım maliyeti nükleer enerji maliyetinin yaklaşık 1.13 katı kadardır. Sabit maliyet açısından değerlendirildiğinde ise nükleer enerjisi yaklaşık 1.3 katıdır. Değişken maliyetleri açısından kıyaslandığında yenilenebilir enerjinin avantajlarından biri olarak ilk yatırım maliyet değeri nükleer enerjiden pahalı olan deniz üstü santralinde dahi bulunmamaktadır.

Karaya kurulumu gerçekleştirilen rüzgâr enerjisinde ise ilk yatırım maliyeti açısından değerlendirildiğinde nükleer enerjinin rüzgâr enerjisinin maliyetinin tablo 30’da 2.5 katı civarında olduğu ve sabit maliyette ise 2.35 katı olduğu görülmektedir. Değişken maliyet rüzgâr enerjisinde söz konusu olmaz iken nükleer enerjide 2,14 \$/MW-saattir.

Tablo 30. Karbon Salınımı Değerleri Kıyaslaması

Enerji Kaynağı	Ortalama Sera Gazı Emisyonu ton-CO <sub>2</sub> /GWH
Rüzgar	10
Nükleer	66

Kaynak: Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı, 2017 Aralık 4

Tablo 31'e bakıldığında nükleer enerjinin tercih edilmesinde en çok ileri sürülen nedenlerden biri olan düşük düşük karbon salınımı özelliğinin fosil kaynaklardaki durumun tersine güneş enerjisinde olduğu gibi rüzgâr enerjisinde de yüksek olduğu görülmektedir. Nükleer enerji yaklaşık 6.6 katı kadar olması dolayısıyla rüzgâr enerjisinin nükleer enerjiden daha çok daha avantajlı konumda olduğu görülmektedir. Ayrıca yenilebilir enerji kaynakları açısından kıyaslandığında da rüzgâr enerjisi alternatının yeterince değerlendirilmemesi güneş enerjisinden sonra önemli bir alternatifin kaybıdır.

Tablo 31. Rüzgar Enerjisinin Durumu

Kayıtlı Santral Sayısı	178
RES Kurulu Güç	6.504 MWE Kayıtlı:6.543 MWE
Kurulu Güce Oranı	% 7,82
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 16.458 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 6,33
Potansiyel Durumu*	48000 MW

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,2016: 23, Enerji Atlası, Rüzgâr, 2016 2015 yılı verisidir. Enerji Bakanlığı 2016 yılından sonra Mavi Kitap yayınlamamıştır.

Rüzgâr enerjisi kuruluş yerine göre daha pahalı ve ucuz olabilmektedir. Pahalı yani deniz üzerinde kurulum şekli henüz Türkiye’de mevcut olmamakla beraber maliyeti nükleer enerjiye çok yakındır. Ancak uygun maliyetli olan karaya kurulum şekli ise nükleer enerji maliyetinin çok altında kalmaktadır. Güneş enerjisi gibi yerli üretilebilme avantajına sahip olması dolayısıyla iyi bir alternatif olan kaynak, tablo 32’ye göre elektrik enerjisi üretiminde %6.33 seviyesinde katkıda bulunması dolayısıyla potansiyelinin altında kalmaktadır. Ekonomi özellikle cari açık üzerinde neden olacağı olumlu katkılar dolayısıyla yeterince değerlendirilmeyen kaynak geliştirilmelidir.

Teknoloji yönünden güneş enerjisinde de olduğu gibi dışa bağımlı olduğumuz kaynak için YEKA tarafından yerli olarak üretilmesi için ihale açılan ihale sonuçlanmış ve yıllık 3 milyar kW saat elektrik üretmesi beklenen ayrıca yıllık 1.5 milyon ton karbon salınımının önüne geçmesi beklenmektedir ( 2017 Şehre 450 Yerli Rüzgâr, 2017, Ağustos 3).

Rüzgâr enerjisinin avantajları göz önünde bulundurulduğunda 48000 MW kadar sahip olduğu potansiyeline karşılık yeterince yararlanılmadan nükleer enerjiye gereksinim duyulması dikkat çekicidir.

#### **4.4.3.2.3 Hidrolik**

Hidro elektrik mekanik olarak elektrik üretmek için kullanılan en eski usullerden biridir (Hydropower Explained ,2019, Nisan 19). Hidroelektrik santraller (HES) doğa için zararsız, yakıt maliyeti sıfır, dayanıklı ve ülke dışından tedarik gerektirmeyen yani cari açığa olumlu katkı sağlayan yenilenebilir enerji çeşididir. Türkiye’nin 2023 için belirlediği hedeflerinden biri de hidroelektrik enerjiden tam kapasite yararlanmaktır ( T.C.ETKB, Hidrolik ).

Akış halindeki suyun hızı sayesinde – kaynağın büyüklüğüne göre değişir- açığa çıkan enerji boru veya kanala aktarılır ve doğrudan tribünlerin hareket etmesine neden olur. Jeneratöre bağlı tribünlerin hareketinden sonra ise elektrik enerjisi ortaya çıkar. (YEGM, Hidroelektrik Enerjisi ).

Yerli malıyla inşaatı mümkün olması ve istihdam anlamında olanak yaratması bakımından ekonomi için olumlu katkılar sağlamaktadır (YEGM, Hidroelektrik Enerjisi). Hidrolik enerji kaynağı atmosfer açısından temiz kaynaklar arasında yer almakta ve

yenilenebilen enerji kaynakları arasında olması açısından süreklilik arz etmektedir.

Yeryüzünde sınırlı olan su tüketimi son asırda üç kat artan nüfusa karşılık yedi kat arttığı gözlemlenmiştir. Su tüketimi sadece mevcut nesil için değil gelecek nesiller içinde hayati önem taşımaktadır (TMMOB-MMO, 2018: 309).

Ülkemizde bu kaynaktan yararlanılması artı yönlerinin yanında zararlı yönlerini ortaya çıkarmaktadır (TMMOB-MMO, 2018: 309).

WWF (World Wide Fund for Nature) Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) 'nın yayınlamış olduğu su riskleriyle ilgili raporda ülkemizde HES'lerin su kaynaklarına gereken özenin gösterilmeden gerçekleştiği vurgulanmıştır. Akarsulara verilebilecek olası zararlar göz ardı edilmekte doğa için olumsuz durum oluşturmaktadır. Öte yandan yazları kuraklık görülebilmekte, 2014 yılında, Antalya, Marmara ve Seyhan, Batı ve Doğu Akdeniz'de enerji üretiminin de gerçeliği barajlarda %60 civarında dolun miktarında azalma gerçekleşmiştir. Ve HES'lerin tam potansiyeline ulaşmasını engellemektedir. Ayrıca suda olması gereken uzun süreli akım için saptanamaması elektrik üretiminde verim azalmasına sebep olmaktadır (Uyduranoğlu, Aksoy, 2014: 40).

Türkiye kişi başına 1519 metreküp düşen tüketilebilir su miktarıyla 'su azlığı' sınıfında yer almaktadır. Nüfus artışının yanında iklim faktörleriyle birlikte kıt bir kaynak olan su kaynağının kullanımında dikkatin önemi artmaktadır (TMMOB-MMO, 2018: 310).

Ülkemize yıllık yağış ortalamasının karşılığı 450 milyar metreküp su civarındadır. Bunun yer üstünde ve altında kalan miktarının kullanılabilir kısmı 112 milyar metreküp iken neredeyse yarısından yararlanmaktayız (TMMOB-MMO, 2018: 309).

İklim değişikliği su kaynaklarında bazı bölgelerde bazı bölgelerde sel ve taşkına neden olurken bazı bölgelerde kuraklığa neden olmaktadır. HES'lerin bu nedenle daha dikkatli kurulması gerekmektedir (TMMOB-MMO, 2018: 310).



Tablo 32. Hidroelektrik Enerjisi ile Nükleer Enerjinin Kıyaslaması

Santral Modeli	İlk Yatırım Maliyeti \$/KW	Sabit İşletme Maliyeti \$/KW-yıl	Değişken İşletme Maliyeti \$/MWh
Hidroelektrik Santral	2936	14,13	-
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14

Kaynak: Kaya, Koç, 2015: 65

Hidroelektrik enerjisi ile nükleer enerji maliyetlerinin kıyaslandığı tablolar incelendiğinde, Tablo 33'e göre nükleer enerjinin ilk yatırım maliyeti hidroelektrik enerjisi maliyetinin 2 katına yakın ve sabit maliyeti ise yaklaşık 6,5 katı kadardır. Değişken maliyetleri açısından kıyaslandığında ise hidroelektrik enerjisinde değişken maliyet söz konusu olmamakla beraber nükleer enerjide 2,14 \$/MWh kadar maliyet söz konusudur. Bu açıdan değerlendirildiğinde tüm maliyet kalemleri kıyasında hidroelektrik enerjinin çok daha düşük maliyetli olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 33. Karbon Salınımı Değerleri Kıyaslaması

Santral Modeli	Ortalama Sera Gazı Emisyonu ton-CO <sub>2</sub> /GWH
Hidroelektrik	26
Nükleer	66

Kaynak: Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı, 2017 Aralık 4

Tablo 34'e göre karbon salınımı açısından nükleer enerji kaynağında da düşük olduğu için doğa açısından elverişli bir kaynak olduğu görülmektedir.

Tablo 34. Hidroelektrik Enerjisinin Durumu

Kayıtlı Santral Sayısı	623
Kurulu Güç	27.212 MWe Kayıtlı:27.432 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 32,73
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 71,905 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 27,66
Potansiyel Durumu*	160 Twh/yıl 443 milyar Kw-saat/yıl

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,2016: 23, Enerji Atlası, Hidroelektrik 2016, TMMOB-MMO, 2018: 313  
2015 yılı verisidir. Enerji Bakanlığı 2016 yılından sonra Mavi Kitap yayınlamamıştır.

Tablo 35'e göre Hidroelektrik enerjisinin 443 milyar Kw-saat/yıl potansiyelinin çok yüksek olduğu görülmektedir. Su kaynağının kıt bir kaynak olması bakımından potansiyeli ve maliyetinin avantajları göz önünde bulundurulduğunda ancak doğru bir şekilde değerlendirilirse bir alternatif oluşturmakta aksi durumda yanlış değerlendirilirse her kaynak gibi doğaya zararlı olabilmektedir. %27,66 düşük bir kullanım oranı olmamakla beraber potansiyelin neredeyse yarısına tekabül etmekte nükleer enerjiden önce önemli bir yerli alternatif kaynak olarak dikkat çekmektedir.

#### 4.4.3.2.4 Jeotermal

Yerküreden gelen ısı sayesinde enerji elde edilebilen kaynaktır. Çevreye uyumlu olan enerjinin zararlarından sakınmak için ihtiyatlı olunmalıdır (YEGM, Jeotermal Enerji). Yer altında ortaya çıkan ve çok amaçlı kullanılan bu enerji ancak su veya buhar aracılığıyla yeryüzüne ulaşmaktadır. Hava koşullarından etkilenmemesi büyük avantajdır. ( Geotermal Energy ).

Jeotermal enerji kaynağı sadece elektrik üretmek için değil sağlık, turistik, endüstri ve ziraat vb. alanlarda da faydalı olan varlığı daimi olan, kolay üretilen,

düşük maliyete sahip çevre için en az zararlı kaynaklardan olan önemli bir yenilenebilir enerji çeşididir. (Küleççi: 83)

Türkiye jeotermal enerji potansiyeline sahip ülkeler bakımından 7. sırada yer almaktadır (TMMOB, 2018: 384). Türkiye jeopolitik konumu dolayısıyla sahip olduğu tektonik hareketliliğinin yüksek seviyede olması sebebiyle mühim bir yenilenebilir kaynaktır. Maden Tetkik ve Arama (MTA) aracılığıyla açılan 1250'ye yakın sondaj kuyusundan 600 civarındaki kısmı elektrik enerjisi üretmek amaçlı 2007 yılından 2016 yılına kadar açılmıştır (TMMOB, 2018: 383).

Fosil kaynaklar doğada çeşitli zararlı etkilere sebep olması yönüyle eleştirilmekte özellikle atmosfere zararlı gazların salınması ve belirli bölgelerde sebep olduğu asit yağmurları dolayısıyla verdiği zararlar dikkat çekerken jeotermal enerji bu zararlara sebebiyet vermemektedir. Hızla tükenen kaynaklara göre varlığı sürdürülebilir olan jeotermal artan enerji talebi için önemlidir. Ülkemizin potansiyelinden yeterli yararlanmamaktadır (Küleççi: 89).

Tablo 35. Jeotermal Enerjisi ile Nükleer Enerjinin Kıyaslaması

Santral Modeli	İlk Yatırım Maliyeti \$/KW	Sabit İşletme Maliyeti \$/KW-yıl	Değişken İşletme Maliyeti \$/MWh
Jeotermal Enerji Santrali	4362	100	-
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14

Kaynak: Kaya, Koç, 2015: 65

Jeotermal enerji ile nükleer enerji maliyetlerinin kıyaslandığı tablolar incelendiğinde, Tablo 36'ya göre nükleer enerjinin ilk yatırım maliyeti hidroelektrik enerji maliyetinin 1,25 katına yakın ve sabit maliyet ise çok farkla jeotermal enerjinin yüksek olduğu görülmektedir. Değişken maliyetleri açısından kıyaslandığında ise Jeotermal enerjisi kaynağında değişken maliyet söz konusu değildir ve nükleer enerjide 2,14 \$/MWh kadar maliyet söz konusudur.

Tablo 36. Karbon Salınımı Değerleri Kıyaslaması

Enerji Kaynağı	Ortalama Sera Gazı Emisyonu ton-CO <sub>2</sub> /GWH
Jeotermal	38
Nükleer	66

Kaynak: Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı, 2017 Aralık 4

Tablo 37'ye göre karbon salınımı açısından nükleer enerjinin neredeyse yarı kadar doğaya zararlı olduğu görülmektedir.

Tablo 37. Jeotermal Enerjisinin Durumu

Kayıtlı Santral Sayısı	40
JES Kurulu Güç	1.028 MWe Kayıtlı: 1.129MWe
Kurulu Güce Oranı	% 1,24
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 6,792 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 2,6
Potansiyel Durumu*	31,500 MWt 2000 MW

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,2016: 23, Enerji Atlası, Jeotermal 2016, 2015 yılı verisidir. Enerji Bakanlığı 2016 yılından sonra Mavi Kitap yayınlamamıştır.

Tablo 38'e göre jeotermal enerjinin %1.24 oranında kurulu güce oranının yeterince değerlendirilmediği görülmektedir. Çevre açısından olumlu yönleri göz önünde bulundurulduğunda ve yerli bir kaynak olması dolayısıyla daha iyi yararlanılması gerekmektedir. Araştırmaların artırılmasıyla beraber potansiyelinin de artması mümkün olan kaynak, dışa bağımlılığın azaltılması açısından nükleer enerjiye alternatifler arasında değerlendirilmelidir.

#### 4.4.3.2.5 Biyogaz-Biyokütle

Biyokütle enerjisi 100 yıllık bir süreye kadar varlığı bulunan canlılar aracılığıyla kazanılan fosilleşmemiş biyolojik varlıklardır (TMMOB, 2018: 391). Çeşitli kaynaklardan elde edilebilmektedir; (T.C. ETKB, Biyokütle).

- 1.Bitkisel Biyokütle Kaynaklar
- 2.Orman ve Orman Ürünleri
- 3.Hayvansal Biyokütle Kaynakları
- 4.Organik çöpler, Şehir ve Endüstriyel Atıklar

Dünyada yenilenebilir enerji kaynaklarının neredeyse %75'i biyoenerji içermektedir (Bioenergy). Sonsuz bir arza sahip kolay bulunabilen doğal bir kaynaktır (YEGM, Biyokütle). Bir toplumun himayesinde yaşamını sürdüren organizmaların kütle toplamı olarak açıklanabilir (T.C. ETKB, Biyokütle). Aslında diğer fosil kaynaklar gibi yeraltında uzun yıllar süren beklemenin sonucunda oluşur ancak, diğer yenilenebilir enerji çeşitlerinde olduğu gibi atmosfer için zararlı gazların oluşumuna önemli oranda sebebiyet vermez (Koçer, 2007: 176).

Türkiye'de biyokütle enerjisi potansiyeline sahip ve elektrik değil benzin ihtiyacımızda yerli olarak gidermek mümkündür. Bu çok yönlü enerji kaynağının potansiyeli doğru değerlendirildiğinde enerji açığı için çözüm olabilecek kaynaklar arasındadır. Böylelikle ekonomik hedeflere ulaşmak daha kolay olacaktır (Kaplukan, 2014: 117-121).

Tablo 38. Biyokütle Enerjisi ile Nükleer Enerji Kaynağının Kıyaslaması

Santral Modeli	İlk Yatırım Maliyeti \$/KW	Sabit İşletme Maliyeti \$/KW-yıl	Değişken İşletme Maliyeti \$/MWh
Biyokütle Enerji Santrali	4114	105,63	5,26
Nükleer Santral	5530	93,28	2,14

Kaynak: Kaya, Koç, 2015: 65

Biyokütle enerjisi ile nükleer enerji maliyetlerinin kıyaslandığı tablolar incelendiğinde, Tablo 39'a göre nükleer enerjinin ilk yatırım maliyeti biyokütle enerjisi maliyetinin 1,3 katına yakın ve sabit maliyette ise biyokütle enerjisi çok az yüksek kalmaktadır. Değişken maliyetleri açısından kıyaslandığında ise biyokütle enerjisinde değişken maliyet söz konusu olmamakla beraber nükleer enerjide 2,14 \$/MWh kadar maliyet söz konusudur.

Tablo 39. Karbon Salınımı Değerleri Kıyaslaması

Enerji Kaynağı	Ortalama Sera Gazı Emisyonu ton-CO <sub>2</sub> /GWH
Jeotermal	26
Nükleer	66

Kaynak: Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı, 2017 Aralık 4

Tablo 34'e göre karbon salınımı açısından nükleer enerjinin de altında olduğu bu bakımdan doğa için elverişli bir kaynak olduğu görülmektedir.

Tablo 40. Biyokütle Enerjisinin Durumu

Kayıtlı Santral Sayısı	100
BES Kurulu Güç	530 MWe Kayıtlı:530 MWe
Kurulu Güce Oranı	% 0,64
Yıllık Elektrik Üretimi	~ 2,277 GWh
Üretimin Tüketime Oranı	% 0,88
Potansiyel Durumu*	20 Milyon TEP (Biyokütle)

Kaynak: T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı,2016: 23, Enerji Atlası, Biyogaz, 2016, 2015 yılı verisidir. Enerji Bakanlığı 2016 yılından sonra Mavi Kitap yayınlamamıştır.

Yenilenebilir enerji kaynakları içinde az bilinen ve yararlanılan bu kaynağın temiz enerjiye geçiş modelinde değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Türkiye'nin gibi yoğun nüfuslu bir ülkenin atıklarını değerlendirerek %1'in altında kalan biyokütle enerjisinden daha yoğun yararlanabilir, çevre ve ekonomi açısından olumlu katkılarda bulunabilir. Yerli ve temiz olan kaynak ayrıca çöplerinde değerlendirilmesine katkı sağlayabilecek bir enerji üretim yöntemidir (Türkiye'nin Biyokütle Potansiyeli, 2018 Mayıs 8).

## SONUÇ

Enerji kavramı tez çalışmasında anlatıldığı üzere günümüz insanı için vazgeçilmez yaşam unsurlarından biri haline gelmiş, sadece bireysel olarak değil toplumsal olarak da enerji kaynağı sahibi olmak veya üretici teknolojisini sağlayabilmek gelişmişlik göstergelerinden biri olmuştur.

Enerji kavramının günümüz insanı için vazgeçilmez olmasında en önemli etken kapitalist sistemdir. Sürekli tüketim odaklı yaşam şekline yönlendiren sistem insanları daha çok üretmeye ve tüketmeye bağımlı hale getirmiştir. Haliyle enerjiye duyulan gereksinim sürekli artmış ancak çeşitli enerji kaynaklarının yoğun olarak kullanımından kaynaklanan doğaya yönelik olumsuz sonuçlar göz ardı edilmiştir.

Dünya genelinde yüzyıllardır fosil enerji kaynakları tercih edilmektedir. Hâla günümüzde en çok tercih edilen seçenek olmakla birlikte tercih oranlarında dönüşümler yaşanmıştır. Fosil enerjinin dışında tercih edilen seçeneklerden biri olan nükleer enerji, enerji çeşitleri arasında belirli dönemlerde çeşitli sebeplerle popülerliği yakalayabilmiş, enerji yoğunluğu yüksek bir enerji kaynağıdır. Yeni keşfedildiği dönemde, silah olarak kullanılan bu enerji kaynağı zamanla işlevsel, güvenli hale gelmiş ve elektrik enerjisi üretim kaynağı olarak tercih edilmeye başlamıştır.

Enerji bakımından bağımsız olmanın önemi, 1970 yılında OPEC krizi ile derinden hissedilen olumsuz neticeler dolayısıyla anlaşılmıştır. Bu durumdan kurtulmak için çözüm aramaya başlayan ülkeler, fosil kaynakların da belli ülkelerde bulunmasından dolayı nükleer enerjinin bağımsızlık kazandırabileceğini düşünerek bu kaynağa yönelmeye başlamışlardır. 1986 yılında gerçekleşen Çernobil kazası neticesinde nükleer enerjiye eğilimde bir süre düşüş yaşansa bile popülerlik artarak devam etmiş ve 90'lı yıllarda en yüksek kullanım oranına ulaşmış bu seviyeden sonra tercih edilme oranı düşüşe geçmiştir.

2000'li yıllarla birlikte fosil enerji kullanımdan kaynaklanan küresel ısınmanın sinyalleri yoğunlaşmış ve dünya yüzünü yenilenebilir enerji kaynaklarına çevirmeye başlamıştır. Her yönden temiz, sürdürülebilir ve ekonomik enerji kaynak arayışında, popülerliğini yitiren nükleer enerji 'Enerji Devrimi' olarak görülen bu dönemde yeniden gündeme gelmiş ancak tüm koşulları sağlamamasından dolayı yeterli ilgiyi görmemiş



hatta 2011 yılında Fukuşima’da gerçekleşen nükleer kaza neticesinde kaynağın kullanımı daha da sorgulanır hâle gelmiştir.

Türkiye’de nükleer enerji tercih süreci 1956 yılında Atom Enerjisi Kurumu’nun kurulumuyla resmi olarak başlatılmış, uzun yıllar boyunca teorik boyutta kalmış, siyasi nedenler, halkın tepkisi, anlaşmaya varılamaması gibi çeşitli nedenler dolayısıyla bürokratik süreçte takılıp kalmıştır. Uzun soluklu süreç, 2018 yılında Akkuyu’da ilk nükleer santralin temelini atılmasıyla sonuçlanmış ve proje hayata geçirilebilmiştir. Ayrıca Sinop ve İğneada’da nükleer enerji projeleri planlanmaktadır.

Nükleer enerji, küresel anlamda düşüşe geçtiği bir dönemde Türkiye’de hayata geçirilebilmiştir. Bu projeye enerjide dışa bağımlılığı azaltmak, ekonomik açıdan cari açığa enerjinin yükünü azaltmak, temiz enerji arzı sağlamak, enerji arzında çeşitlilik yaratmak ve amaçlanmaktadır. Bu gerekçeleri şu şekilde inceleyebiliriz;

Türkiye’nin mevcut ekonomik durumu göz önünde bulundurulduğunda, Akkuyu için sözü verilen alım garantisinin anlaşmanın imzalandığı dönemden günümüze uzanan süreçte sürekli yükselen kur neticesinde maliyetinin 3 katını geçtiği görülmektedir. Bu durum beklenenin aksine cari açık üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır. Ayrıca Akkuyu için belirlenen 12.35 dolar/cent halihazırda elektrik piyasasında oluşan ortalama fiyatların 3 katı civarındadır.

Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılık sorununa yönelik nükleer enerji seçeneğini çözüm olarak uygulaması, ham maddesi yerli olmayan, teknolojisi dışa bağımlı olan bir kaynak ile çözmesi çelişkilidir. Üstelik anlaşma yapılan ülkenin doğal gaz yönünden zaten bağımlı olunan Rusya olmasından dolayı aksine bu bağımlılığın arttığı görülmektedir.

Çevresel etki boyutunda incelendiğinde nükleer enerji karbon salınımı ve dolayısıyla yaşanan küresel ısınma sorunlarına çözüm olma açısından en temiz kaynaklar arasında yer almaktadır ancak tamamen temiz bir kaynak değildir. Atık sorununun yanında uranyumun tehlikeli bir madde olmasından dolayı bu enerjiyi tercih eden ülkeler enerji ihtiyaçlarını gidermeye katkı sağlarken çalışmada anlatıldığı üzere gerçekleşen kazalar neticesinde büyük bedeller ödemek hatta komşu ülkelere de ödetmek durumunda kalmışlardır. Özellikle Çernobil ve Fukuşima felaketlerinin canlılara ve doğaya verdiği tahribatın günümüzde dahi etkileri sürmektedir. Bu kaynağı tercih eden bazı ülkeler yaşanan can kaybı ve doğal çevrede dönüşü olmayan tahribatlara ve ayrıca ülke

ekonomisine yüklenen mali sonuçlara katlanmak zorunda kalmışlardır. Türkiye'nin nükleer enerji tercihi insan, doğa ve ekonomi açısından ödenen bu bedelleri göz önünde bulundurması gerekmektedir.

Enerji arzında sürekliliği sağlamak açısından farklı kaynaklara yönelmek akılcı bir tutumdur. Ancak arz çeşitlendirmesine giderken nükleer enerjinin öncelikli bir seçenek olup olmaması tartışmalı bir konudur. Bununla ilgili çalışmanın son bölümünde alternatif olarak görülen diğer enerji kaynaklarının yerli olarak durumu incelenmiş ve nükleer enerjinin gerekliliği tartışılmıştır.

Nükleer enerjinin alternatif maliyeti olarak fosil ve yenilenebilir enerji kaynakları incelendiğinde, ekonomik maliyetlerinin değişen oranlarda nükleer enerjiden daha düşük olduğu görülmektedir. Dışa bağımlı olduğumuz ve karbon salınımı yüksek olan fosil kaynaklar tercihi, yeterince uygun alternatif oluşturamazken özellikle Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynaklarının yüksek potansiyeli göz önünde bulundurulduğunda, ham maddesi yerli, temiz, istihdam alanı geniş ve nükleer enerjiden daha ekonomik sürdürülebilir kaynaklar olduğu görülmektedir.

Ayrıca çalışmanın maliyet bölümünde incelendiği üzere eğer Türkiye toryum potansiyelini değerlendirebilirse enerji arzı çeşitliliği ve sürekliliği bakımından nükleer enerjinin ekonomi ve çevre açısından çok daha faydalı olacağı açıklanmıştır.

Nükleer enerjinin gerekliliği konusunda dışa bağımlılık başlığında açıklandığı üzere yenilenebilir enerjide, atıl kapasitenin yeterince değerlendirilmesi durumunda elektrik enerjisinin yerli kaynaklarından karşılanmasının mümkün olduğu görülmektedir. Çalışmada potansiyelinin çok altında yararlanılan çeşitli, temiz, yerli kaynaklar bulunurken, yüksek maliyetli, dışa bağımlı bir kaynağa yönelmenin ekonomi, enerji bağımlılığı, enerji arzı çeşitliliği, sağlık ve doğa için göze alınan maliyetleri incelenmiştir.

Tez çalışması, Türkiye için nükleer enerji kaynağının yapılmasının neden olacağı fayda ve maliyetlerini incelemek, gerekliliğini araştırmak ve nükleer enerjiye alternatif olarak değerlendirilebilecek enerji kaynaklarının nükleer enerji tercihi ile kıyaslayarak alternatif seçeneklerin ve maliyetlerinin incelenmesi amacıyla yazılmıştır. Bu amaca göre, yapılan araştırmalar neticesinde fayda ve maliyetleri incelenmiştir. Türkiye nükleer enerji kaynağını tercih ederken bu fayda ve maliyetleri ayrıca göz önünde bulundurmalıdır.

## KAYNAKÇA

- 2017 Dünya Nükleer Enerji Durum Raporu yayınlandı ve bir ilki başardı! , Yeşil Gazete, (29.09.2017), <https://yesilgazete.org/blog/2017/09/29/2017-dunya-nukleer-enerji-durum-raporu-yayinlandi-ve-bir-ilki-basardi/>, (Erişim tarihi: 09.04.2018).
- 2017 Şehre 450 Yerli Rüzgâr Türbini Kurulacak YEKA İhalesi Sonuçlandı, 03.08.2017 , <https://yesilgazete.org/blog/2017/08/03/12-sehre-450-yerli-ruzgar-turbini-kurulacak-yeka-ihalesi-sonuclandi/> ( Erişim Tarihi:25.06.2019 )
- ABUT Nurettin, Ali BOZKURT, Kazım YAMAN, 2000’li Yıllarda Türkiye’nin Enerji Politikası, Müstakil Sanayici İşadamları Derneği, Kocaeli: 1996.
- Acute Radiation Syndrome, Australian Government Depatmant of Health, 07.12.2012, <https://www.health.gov.au/internet/publications/publishing.nsf/Content/ohp-radiological-toc~ohp-radiological-19-acute> (Erişim Tarihi: 22.06.2019).
- Akkuyu’da Temel Atıldı, 03.04.2018, Dünya, <https://www.dunya.com/ekonomi/akkuyuda-temel-atildi-haberi-410046>, (Erişim Tarihi: 17.04.2019).
- Akkuyu Nükleer Santrali, 2019, Enerji Atlası, <http://www.enerjiatlas.com/nukleer/akkuyu-nukleer-santrali.html>, (Erişim Tarihi:17.04.2019).
- AKYÜZ Emrah, “Türkiye’nin Nükleer Enerji Politikası ve Terör Tehdidi”, The Journal of Academic Social Science Studies, S.40 (27.12.2015), ss.523-536.
- ALEMDAROĞLU Nusret, Enerji Sektörünün Geleceği Alternatif Enerji Kaynakları ve Türkiye’nin Önündeki Fırsatlar, İstanbul Ticaret Odası, İstanbul, 2007.
- ATILGAN İbrahim, “Türkiye’nin Enerji Potansiyeline Bakış”, Ankara, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. Gazi Univ., C. XV, No. 1, 2000, ss. 31-47.
- ASHOK, S. Solar Energy, (31.05.2018), <https://www.britannica.com/science/solar-energy>, (02.06.2018)
- ATİYAS İzak, A Review of Turkey’s Nuclear Policies and Practices, Sabancı University, EDAM Discussion Paper Series, Centre for Economics and Foreign Policy Studies,2015.
- Atomun Tarihçesi , 14.08.2017., Nükleer Akademi,, <http://nukleerakademi.org/atomun-tarihcesi/>, (Erişim Tarihi: 08.02.2018 ).
- AYDIN Fatma Fehime, “Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, Aydın, E.Ü. İ.İ.B.F.D., S.35, 2010, ss. 317-340.

- BAŞOL Koray, Türkiye Ekonomisi, 11.B, İstanbul: Türkmen Kitabevi, 2012.
- BAYAR Yılmaz, “Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı ve Ekonomik Büyüme”, A.Ü.İ.İ.B.D., C.28, S.2 2014, s.253-269
- BAYRAK Metin, Ömer ESEN, "Türkiye'nin Enerji Açığı Sorunu ve Çözümüne Yönelik Arayışlar", Erzurum, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, C, 28, S.3. ,2014, ss.139-158
- BAYRAMOĞLU Turgut, Enerji ve İnovasyon, Ankara: İmaj Yayınevi, 2018.
- BAYÜLKEN Ahmet, “Türkiye’de Nükleer Enerji”, İTÜ Enerji Enstitüsü, TR1000349, ss. 171-180.
- BBC News, (12.09.2011), Timeline: Nuclear plant accidents, <https://www.bbc.com/news/world-13047267>, (Erişim tarihi: 08.06.2018)
- BİLGİLİ Mehmet, ŞAHİN Beşir, ŞİMŞEK Erdoğan, 'Türkiye'nin Güney, Güneybatı ve Batı Bölgelerindeki Rüzgâr Enerjisi Potansiyeli',Çukurova Üniversitesi, Isı Bilimi ve Tekniği Dergisi, 30, 1, 01-12, 2010, ss.1-12
- Bioenergy,, International Renewable Energy Agency, <http://www.irena.org/bioenergy>, (Erişim Tarihi: 11.06.2018).
- Bilim dünyasını yasa boğan uçak kazası! 1.12.2015., Sözcü <https://www.sozcu.com.tr/2015/egitim/bilim-dunyasini-yasa-bog-an-ucak-kazasi-999032/> (Erişim Tarihi: 20.05.2019)
- BLES Mart, Maarten AFMAN, Jos BENNER, Martijn BLOM, Harry CROEZEN, Frans ROOIJERS, Benno SCHEPERS, Nuclear energy: The difference between costs and prices,Delft, CE Delft, 2011
- Bozcaada, Görülecek Yerler Rüzgâr Gülleri, T.C. Bozcaada Kaymakamlığı, <http://www.bozcaada.gov.tr/gorulecek-yerler> (Erişim Tarihi: 20.05.2019)
- BP Energy Outlook 2017 Edition, BP Energy Outlook, 2017.
- BP Statistical Review of World Energy, BP, 66. b. London; BP Statistical Review of World Energy, 2017.
- BP Statistical Review of World Energy, BP, 67. b. London; BP Statistical Review of World Energy, 2018.
- Çeşitli İlanlar, Sayı: 30556, Güneş Enerjisine Dayalı Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları ve Bağlantı Kapasitelerinin Tahsisine İlişkin Yarışma İlanı,\_05.10.2018., Resmi Gazete,

- ÇİFTÇİ Necati, “Türkiye’de Cari Açık, Reel Döviz Kuru ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkiler: Eş Bütünleşme Analizi”, Bilecik, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2014, ss. 129-142
- Coal Explained, Independent Statistics & Analysis U.S. Energy Information Administration, 26.11.2018, [https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=coal\\_home](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=coal_home), (Erişim Tarihi: 18.05.2019)
- Conca, 2019, Nisan 25, Chernobyl Truth Drowns In Dramatized Movie <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2019/04/25/chernobyl-truth-drowns-in-dramatized-movie/#78c88954431d>, (Erişim Tarihi: 26.06.2019)
- Conservation law, Physics, <https://www.britannica.com/science/conservation-law>, ( Erişim Tarihi: 26.06.2019 )
- DAYDAY Necmi , 21.06.2011 , Nükleer Enerji ve Nükleer Santral Kazaları, TASA M (Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi), [http://www.tasam.org/tr-TR/Icerik/2975/nukleer\\_enerji\\_ve\\_nukleer\\_santral\\_kazalari](http://www.tasam.org/tr-TR/Icerik/2975/nukleer_enerji_ve_nukleer_santral_kazalari) , (Erişim Tarihi: 08.06.2018).
- DEMİR Murat, "Enerji İthalatı Cari Açık İlişkisi, Var Analizi İle Türkiye Üzerine Bir İnceleme", Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, Yıl 5, S.9, 2013, ss. 2-27.
- DEVELİ Abdülkadir, "Türkiye’de Birincil Enerji Kullanımı, Üretimi ve Gayri Safi Yurt İçi Hasıla (GSYİH) Arasındaki İlişki“, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi C27, S.2, 2012, ss.1-25.
- Doğal Gaz, Enerji Atlası, 2016, <http://www.enerjiatlası.com/dogalgaz/>, (Erişim Tarihi: 09.06.2018)
- Dünya Nükleer Reaktörden Vazgeçiyor, (27.02.2018), Ekolojist, <http://ekolojist.net/dunya-nukleer-reaktorden-vazgeciyor/>, (Erişim Tarihi: 10.04.2018).
- Ege Üniversitesi Güneş Enerjisi Enstitüsü <http://eusolar.ege.edu.tr/hakkında/yenilenebilir-enerji-kaynaklari/#> (Erişim Tarihi: 10.06.2018)
- Ekonomik Büyüme ve Elektrik Tüketimi Arasındaki ilişki Değişiyor , Dünya Gazetesi , 22.11.2017, <https://www.dunya.com/sectorler/enerji/ekonomik-buyume-ve-elektrik-tuketimi-arasindaki-iliski-degisiyor-haberi-391669> , (Erişim Tarihi: 02.02.2018).
- Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Merkezi, Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli, b.1., İstanbul © EDAM, 2011.
- Enerji Atlası, Elektrik Üretiminde Karbon Salınımı, 04.12.2017,

- <http://www.enerjiatlası.com/haber/elektrik-uretiminde-karbon-salinimi>, (Erişim Tarihi: 02.06.2018).
- Enerji Atlası, Hidroelektrik, 2016, <http://www.enerjiatlası.com/hidroelektrik/>, (Erişim Tarihi: 10.06.2018).
- Enerji Atlası, Jeotermal, 2016, <http://www.enerjiatlası.com/jeotermal//>, (Erişim Tarihi: 11.06.2018).
- Enerji Atlası, Rüzgar Enerji Santralleri, <https://www.enerjiatlası.com/ruzgar/>, (Erişim Tarihi: 18.05.2019).
- Enerji Haberleri, Akkuyu Nükleer Santrali Maliyeti 57 Milyar TL Arttı, 11.04.2016, <https://www.enerjiatlası.com/haber/akkuyu-nukleer-santrali-nin-maliyeti-57-milyar-tl-artti>, (Erişim Tarihi: 18.05.2019).
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Kampüs, Emisyon Ticareti , T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, , [http://www.yegm.gov.tr/iklim\\_deg/emisyon\\_ticareti.aspx](http://www.yegm.gov.tr/iklim_deg/emisyon_ticareti.aspx) (Erişim Tarihi: 08.05.2019).
- Enerji İşleri Genel Müdürlüğü (Kampüs), T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı , <http://www.yegm.gov.tr/anasayfa.aspx>, (Erişim Tarihi: 02.02.2019).
- Enerji Piyasası Denetleme Kurulu, Doğalgaz Piyasası 2017 Sektör Raporu, T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara, 2018,
- Enerji Sektörü Raporu, Eti Menkul Kıymetler A.Ş. Araştırma Bölümü. <http://www.solar-academy.com/menus/Enerji-Sektoru-Raporu-Eti-Menkul-Kiymetler.191800.pdf>, (Erişim Tarihi: 24.02.2018).
- ERAL Meral, Nükleer Güç Santralleri ve Ülkemiz, Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Nükleer Teknoloji Anabilim Dalı, 2015.
- ERBAYKAL Erman, “Türkiye’de Enerji Tüketiminin Ekonomik Büyüme Üzerinde Etkisi”, Beykent Üniversitesi., Sosyal Bilimler Dergisi, C.1, 2007, ss. 29-44.
- ERDOĞAN, L. Tufan , (05.05.2006), “Türkiye’nin Nükleer Rönesansı”, TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası, Genel Merkez, [https://www.jmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=688](https://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=688), (Erişim Tarihi: 20.08.2018).
- ERDİL Merve, Hürriyet Gazetesi, (20.11.2017), “Gezegendeki En Ucuz Elektrik”, (Erişim Tarihi: 06.06.2018)
- FAY James A., Dan S. GOLOMB, Energy and the Environment, New York: Oxford University Press, 2002.

FOSTER John Bellamy, Fred MAGDOFF, Her Çevrecinin Kapitalizm Hakkında Bilmesi Gerekenler, Çev. Özgün Aksakal, 1.b. İstanbul, Patika Kitap, 2014.

FREEMAN S. David, Antony FROGGATT, Julie HAZEMANN, Tadahiro KATSUTA, M.V. RAMANA, Juan C. RODRÍGUEZ The World Nuclear Industry Status Report 2017, Paris: A ©Mycle Schneider Consulting Project, 2017, S. 29.

Fukushima Accident, Ekim 2017, World Nuclear Association, <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/fukushima-accident.aspx>, (Erişim Tarihi: 18.05.2018).

Fukuşima ,Greenpeace, 16.04.2014, <http://www.greenpeace.org/turkey/tr/campaigns/nukleersiz-gelecek/fukusima/> , (Erişim tarihi: 15.03.2019).

Fukushima moved to Level 7, 12 Nisan 2011, World Nuclear News, [http://www.world-nuclear-news.org/RS\\_Fukushima\\_moved\\_to\\_Level\\_7\\_1204111.html](http://www.world-nuclear-news.org/RS_Fukushima_moved_to_Level_7_1204111.html), (Erişim Tarihi:10.04.2019).

Fukuşima'da radyasyon azalmadı, arttı Greenpeace, ,11.03.2018, <http://www.greenpeace.org/turkey/tr/news/fukusima-da-radyasyon-azalmadi-artti-180311/> (Erişim Tarihi: Erişim tarihi: 02.02.2019).

FÜLBERTH Georg, Kapitalizmin Kısa Tarihi, çev. Sadık Usta, 4.b., İstanbul: Yordam Kitap Basın ve Yayıncılık Tic. Ltd. Şti., 2018.

Geothermal Energy, İnternational Renewable Energy Agency, <http://www.irena.org/geothermal> (Erişim Tarihi: 11.06.2019)

GIDDENS Anthony, İklim Değişikliği Siyaseti, Çev.Erhan Baltacı,1.b, Ankara, Phoenix Yayınevi, 2013.

Global Energy Statistical Yearbook 2018, Breakdown By Energy 2017, <https://yearbook.enerdata.net/total-energy/world-consumption-statistics.html> , (Erişim Tarihi: 27.03.2019)

Global Engagement Learn about the IEA's work with other organisations & countries around the world, 1990- 2016, Turkey, International Energy Agency, <https://www.iea.org/countries/Turkey/>, (Erişim Tarihi: 20.06.2019).

GOETZ, Philip W. vd Ana Britannica, 8. b, İstanbul: Ana Yayıncılık A.Ş. ve Encyclopaedia Britannica, 1988.

Green Facts, Facts on Health and the Environment, Chernobyl Nuclear Accident, <https://www.greenfacts.org/en/chernobyl/1-2/2-health-effects-chernobyl.htm> ,(Erişim Tarihi:05.04.2019).

Greenpeace Akdeniz, Greenpeace Nükleer Enerjiye Neden Karşı?, (22.10.2006), <http://www.greenpeace.org/turkey/tr/campaigns/nukleersiz-gelecek/greenpeace-neden-nukleere-karsi/>, (06.05.2018).

Greenpeace Nükleer Enerjiye Neden Karşı?, 22.10.2006, Greenpeace Akdeniz,, <http://www.greenpeace.org/turkey/tr/campaigns/nukleersiz-gelecek/greenpeace-neden-nukleere-karsi/>, (Erişim Tarihi: 08.05.2018)

Güneş Enerjisi ve Teknolojileri, , T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenielebilir Enerji Genel Müdürlüğü, [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g\\_enj\\_tekno.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/g_enj_tekno.aspx) (Erişim Tarihi: 10.06.2018)

GÜNDER, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti, Güneş Enerjisi Bilgilendirme Klavuzu, , Bodrum Belediyesi, 2018.

GÜRBÜZ Özgür , Dünyada Nükleer Enerji, (03,04.2018) <https://bit.ly/2IonTvF> , (Erişim Tarihi: 06.06.2018).

GÜRBÜZ Özgür, Nükleer Santral Kaça Patlar,İkibin50 Sürdürülebilir Gelecek Dergisi,2012, <http://ozgurgurbuz.blogspot.com/2012/12/nukleer-santral-kaca-patlar.html> (Erişim Tarihi: 10.05.2019)

Health effects of the Chernobyl accident: an overview, 2006, World Health Organization, [https://www.who.int/ionizing\\_radiation/chernobyl/backgrounder/en/](https://www.who.int/ionizing_radiation/chernobyl/backgrounder/en/) , (Erişim Tarihi: 05.04.2019).

HEPBAŐLI Arif, Enerji verimliliği ve Yönetim Sistemi (Yaklaşımlar ve Uygulamalar), Schneider Electric Enerji Verimliliği Servisi, İstanbul: Ege Üniversitesi, 2010.

Hydropower Explained ,12.05.2019, U.S. Energy Information Administration, , [https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=hydropower\\_home](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=hydropower_home), (Erişim Tarihi: 15.5.2019).

International Atomic Energy Agency, IAEA Annual Report, 2015.

International Atomic Energy Agency, IAEA Annual Report, 2016.

International Energy Agency, Secure Sustainable Together, Energy Pollicies of IEACountries Turkey, 2016 Review, s., ,© OECD/ IEA

International Renewable Energy Agency, Solar Energy, 2018 ,<http://www.irena.org/solar> (Erişim



Tarihi: 10.06.2018).

İMAM Muharrem, Çelebi KARAPINARI, Oğuz DOĞAN, ' Hava Kalitesine Doğalgazın Etkisi: Kahramanmaraş Örnek Çalışması ', Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Makine Mühendisliği, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2013.

İNCE Özdemir, Kurtarıcının Adı Toryum, Hürriyet, 27 Temmuz 2002, <http://www.hurriyet.com.tr/gundem/kurtaricinin-adi-toryum-87458>. (Erişim Tarihi: 25.05.2019).

İstanbul Nükleer Karşıtı Platform, Türkiye ve Dünyada Nükleer Enerji, 17.01.2019.

KADİROĞLU Osman, Türkiye'ye Nükleer Teknoloji Girmelidir, H.Ü. Nükleer Enerji Mühendisliği Bölümü, S.401,1997, ss.54-58.

KAKİLLİ Adnan, AKÜNER Caner, Doğalgaz Kombine Çevrim Santrallerinin Diğer Elektrik Üretim Merkezleriyle Karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektrik Eğitimi Bölümü

KAPLUHAN Erol, Enerji Coğrafyası Açısından Bir İnceleme: Biyokütle Enerjisinin Dünyadaki ve Türkiye'deki Kullanım Durumu, Marmara Coğrafya Dergisi, S.30, , İstanbul, 2014.

KARACAN Rıdvan, İthal Enerjinin Maliyetleri Enflasyon İlişkisi ve Türkiye Ekonomisi"Uluslararası Enerji ve Güvenlik Kongresi " Tebliği, Bilge Adamlar Stratejik Araştırma Merkezi,2014, ss.186-198

KARAL Pelin Özcan, GÜNAY Emel Ceylan, "Çernobil Kazası ve Etkileri",Mersin, Lokman Hekim Journal, C. 33079, 2013;3(2): ss. 32-36.

KARLUK Rıdvan, Türkiye Ekonomisi Cumhuriyetin İlanından Günümüze Yapısal Dönüşüm, 14. b. ŞEHİR: Beta Basım Yayım Dağıtım, 2014.

KASTCHİEV G., GUFLER K. ,MÜLLNER N., "Akkuyu Nükleer Enerji Santrali Çevresel Etki Değerlendirme(ÇED) Cevaplanmamış Sorular" Viyana Doğal Kaynaklar ve Yaşam Bilimleri Üniversitesi, Su, Atmosfer ve Çevre Bölümü, Güvenlik ve Risk Bilimleri Enstitüsü, Borkowskigasse 4, 1190, Viyana, Avusturya ,2014.

KAYA Ferat, Emirhan GÖRAL, "Türkiye'nin Nükleer Enerji Politikası" Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi, Kırgızistan, S.7,2016, s.421-438

KAYA Kadir, Erdem KOÇ, 'Enerji Üretim Santralleri Maliyet Analizi', Mühendis ve Makina, C.56, S.660,2015, ss. 61-68.

KENDİRLİ Berna, Belgin ÇAKMAK, 'Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Sera Isıtmasında Kullanım', Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü,

- ANKARA, 2017, ss. 95-103
- Key stats for Turkey, 1990-2016, Turkey, International Energy Agency, 2016, <https://www.iea.org/countries/Turkey> (Erişim Tarihi: 05.03.2019)
- Key World Energy Statistics, Consumption , International Energy Agency, , 2015, <https://www.iea.org/statistics/kwes/consumption/>, (Erişim Tarihi: 27.03.2019).
- KİM Younghoon David, Jorge SANCHES, Kersti KALJULAİdal, Li YONG, Matar Al NEYADİ, Leonardo Beltrán RODRIGUEZ, Andreas KUHLMAAN, John DOLYE, Badr IKKEN, Zakaria NAİMİ, Antonio PIETRI, Josu Jon IMAZ, Ewald HESSE, Christina BU, Ditlev ENGEL, Strive MASİYİWA, Leonhard BIRNBAUM, Philip LOWE, “World Energy Focus Annual 2017”, World Energy Council, 2017.
- KOÇER, Nilüfer (Nacar) Koçer, Ayhan Ünlü, Doğanadolu Bölgesinin Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi, \*Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, ELAZIĞ, Doğu Anadolu Bölgesi Araştırmaları; 2007
- KOPP Otto C., Coal, 25.04.2019, <https://www.britannica.com/science/coal-fossil-fuel> , ( Erişim Tarihi: 11.06.2019).
- KÜLEKÇİ Özlem Candan, 'Yenilenebilir Enerji Kaynakları Arasında Jeotermal Enerjinin Yeri ve Türkiye Açısından Önemi', Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Dışkapı, Ankara ss.83-91.
- MARTİN William, Nuclear Power, Encyclopaedia Britannica, 14.06.2019, <https://www.britannica.com/technology/nuclear-power#accordion-article-history> , (Erişim Tarihi: 17.09,2019).
- MILGES, MİLHES, MİLKANAT ve (YGDA) Sistemi Geliştirilmesi Projeleri, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. 2015
- MUCUK Mehmet, Doğan UYSAL, “Türkiye Ekonomisinde Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme”, y.y., Maliye Dergisi, S. 157 ,2009, ss.105-116
- Natural Gas Explained, U.S. Energy Information Administration, (25.10.2017), [https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural\\_gas\\_home](https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=natural_gas_home) , ( Erişim Tarihi: 08.06.2018).
- Natural Gas , Energy.Gov, Natural Gas, <https://www.energy.gov/natural-gas> (Erişim tarihi:08.06.2018)
- Nuclear Power in the World Today, World Nuclear Association, 2019 Şubat , <http://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the->

- world-today.aspx , (06.05.2018).
- Nuclear Power in Turkey, 2018, World Nuclear Association, , <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-t-z/turkey.aspx> , (Erişim Tarihi: 05.05.2018).
- Nuclear Power Plants, World-Wide, European Nuclear Society, , 2018, <https://www.euronuclear.org/info/encyclopedia/n/nuclear-power-plant-world-wide.htm> (Erişim Tarihi: 30.03.2019)
- Nuclear Radiation and Health Effects, Haziran 2016 , World Nuclear Association, , <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/radiation-and-health/nuclear-radiation-and-health-effects.aspx> (Erişim Tarihi: 06.06.2018).
- Nükleer Enerjide Toryumun Yeri Nedir? Enerji Dünyası, 05.01.2018, <https://www.enerjiportali.com/nukleer-enerjide-toryumun-yeri-nedir/> , ( Erişim Tarihi: 07.05.2018)
- Nükleer Risk Hemen Yanınızda, 27.12.2011 , TMMOB Çevre Mühendisleri Odası , [http://www.cmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=85371&tipi=78&sube=0](http://www.cmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=85371&tipi=78&sube=0) ( Erişim Tarihi:31.03.2019)
- OFFSHORE YEKA, Türkiye Rüzgâr Enerjisi Birliği, 21.06.2018, <https://www.tureb.com.tr/turebsayfa/duyurular/offshore-yeka-yarisma-ilani> (Erişim Tarihi: 01.07.2019)
- Outline History of Nuclear Energy, World Nuclear Association, 2018, <http://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/outline-history-of-nuclear-energy.aspx> ,(Erişim Tarihi: 06.02.2018).
- OYSUL Kaan, Kanser Tedavisinde Radyoterapinin Yeri, Medicana International Ankara Hastanesi Cyberknife Radyocerrahi ve İleri Radyoterapi Teknolojileri Merkez.
- ÖZGÜR Mustafa, Türkiye'nin Yenilenebilir Gücü, Türkiye için Alternatif Elektrik Enerjisi Arz Senaryoları, WWF-TÜRKİYE, İstanbul. 2014.
- ÖZMEN M. Tamer, Sera Gazı - Küresel Isınma ve Kyoto Protokol, İnşaat Mühendisleri Odası, Yayın: TMH - 453 - 2009/1, 2009, ss.42-46.
- OECD, Nuclear Enerji Agency, Nuclear Energy Data, 2017, No:7365.
- Özgür Gürbüz, Nükleer Santral Kaça Patlar,İkibin50 Sürdürülebilir Gelecek Dergisi,2012, <http://ozgurgurbuz.blogspot.com/2012/12/nukleer-santral-kaca-patlar.htm> (Erişim Tarihi: 10.05.2019)

- PALA Kayıhan, Dünyada ve Türkiye'de Kömürlü Termik Santrallere Karşı Mücadelelerden Örnekler, Tıp Fakültesi, Toplum ve Hekim, C.32, S.3, 2017.
- PAMİR Necdet, 2012, "Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler", Enerji Mühendisleri Odası, Enerji Politikaları ve Küresel Gelişmeler, ss.56-73
- PAMİR A. Necdet, "Dünyada ve Türkiye'de Enerji, Türkiye'nin Enerji Kaynakları ve Enerji Politikaları.", Metalurji Dergi, 2003.
- PAMİR Necdet: Türkiye enerjide ithalata bağımlı bir ülke konumunda, 22.05.2018, <http://www.enerjihaber.com/necdet-pamir-turkiye-enerjide-ithalata-bagimli-bir-ulke-konumunda/6785/> (Erişim Tarihi: 22.06.2019)
- PEKAR Çiğdem Bilezikçi, Türkiye'nin Nükleer Güç Santralleri ve Nükleer Yakıt Döngüsü Seçenekleri, EDAM, EDAM Tartışma Kâğıtları Serisi, 2014.
- POPE Kristen, 20 Things You Didn't Know About... Nuclear Accidents, Science for the Curious (22.01.2015), <http://discovermagazine.com/2015/march/20-20-things-you-didnt-know-about-nuclear-accidents> , (Erişim Tarihi: 22.05.2018).
- Proje Aşamaları, 2011, AKKUNPP , <http://www.akkunpp.com/proje-asamaları> , (Erişim Tarihi: 05.05.2018)
- Resmi Gazete, Milletlerarası Andlaşma, , 06.10.2010, S:27721
- Resmi Gazete, Milletlerarası Andlaşma, 23.05.2015, S.29364
- RISING Agneta, World Nuclear Performance Report 2017, World Nuclear Association, 2017.
- RIVA Josep P. John E. CARRUTHERS, Lee H. SOLOMON, Gordon. I. ATWATER, A.L. WATTAMS ,Natural Gas, 07.06,2019 <https://www.britannica.com/science/natural-gas>, (Erişim Tarihi: 08.06.2018).
- Safety of Nuclear Power Reactors, 2016 Mayıs, World Nuclear Association, <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/safety-of-nuclear-power-reactors.aspx> (Erişim Tarihi: 24.05.2018)
- SATMAN Abdurrahman, Türkiye'de Enerji Ve Geleceği: İTÜ Görüşü, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi, 2007.
- SAYGIN Hasan, "Sürdürülebilir Gelişme Gündeminde Nükleer Enerjinin Sorunları ", Elektrik Mühendisleri Odası Dergisi, C.42, S.423, 2004, ss. 32-40.
- SELİN Noelle Eckley , Wind Power, (04.05.2018), <https://www.britannica.com/science/wind-power>, (Erişim Tarihi: 01.06.2018).

- SHEVERİNİ, Doğalgaz Çevrim Santrallerinde Enerji Üretiminin Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2015.
- SHİVA Vandana, Petrol Değil Toprak, çev. Özge Olcay, 1.b. İstanbul, Sürdürülebilir Yaşam Kitapları, 2012.
- Soma dünyada son 50 yılın en ölümcül 2. maden kazası, Euronews,13.05.2019 , <https://tr.euronews.com/2019/05/13/soma-dunyada-son-50-yilin-en-olumcul-2-maden-kazasi> (Erişim Tarihi: 20.05.2019).
- SÖKMEN, Cemal Niyazi, 24.04.2009, Yeni Nükleer Reaktörler: Tasarım Kriterleri, TASAM, 2009. [http://www.tasam.org/tr-TR/Icerik/3926/yeni\\_nukleer\\_reaktorler\\_tasarim\\_kriterleri](http://www.tasam.org/tr-TR/Icerik/3926/yeni_nukleer_reaktorler_tasarim_kriterleri), (Erişim Tarihi: 04.052018)
- ŞENEL Mahmut Can, Erdem KOÇ, 'Dünya'da ve Türkiye'de Rüzgâr Enerjisi Durumu-Genel Değerlendirme' ,Mühendis ve Makina, C.56, S.663, 2015, ss. 46-56.
- ŞENEL Mahmut Can, Rüzgâr Türbinlerinde Güç İletim Mekanizmalarının Tasarım Esasları-Dinamik Davranış (Yüksek Lisans Tezi), Çanakkale: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2012.
- TANER Ahmet Cangüzel, Doğalgaz Çevrim Santralleri ve Kömürlü Elektrik Santralleri, Fizik Mühendisleri Odası,
- TETENBERG Tom, Lynne LEWİS, Enviromental & Natural Resource Economics, Global Edition, 10. b. England: Pearson Education Limited, 2015.
- The Chernobyl accident, UNSCEAR's assessments of the radiation effects, 2012, United National Scientific Committee on the Effects of Atomic Radation, Last updated: Monday, 2012 Şubat , <https://www.unscear.org/unscear/en/chernobyl.html> , (Erişim Tarihi: 05.04.2019).
- The Harmony programme , World Nuclear Association, 12.03.2019 , <http://world-nuclear.org/our-association/what-we-do/the-harmony-programme.aspx>, (Erişim Tarihi: 06.05.2018).
- The World Bank, Energy use (kg of oil equivalent per capita), 2014, <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.PCAP.KG.OEend=2015&locations=TR&start=1960&view=chart>, (Erişim Tarihi: 21.1.2018).
- Three Mile Island Accident,2012 Ocak, World Nuclear Association, <http://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/three-mile-island->

[accident.aspx](#), (Erişim Tarihi: 24.05.2018)

TOPUZ Hüseyin, Havzullah YILMAZ, Hüseyin Ali ERSOY, "Küresel Enerji Lojistiği Bağlamında Türkiye'nin Merkez Ülke Olma Arayışı ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Açılımlarında Fosil Enerji Saplantısı", Isparta, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, C. Ciep Özel Sayısı, 2016, ss.912-951

Tübitak, İzafiyet Teorisi, 2016, Nisan 4, <http://www.bilimteknik.tubitak.gov.tr/content/izafiyet-teorisi> (Erişim Tarihi: 19.06.2019).

TÜRK Armağan, Berna Ak BİNGÜL, Rengin AK, Türkiye'de Enflasyon ve Enerji Fiyatları Arasındaki İlişki, Journal of Current Researches on Social Sciences, C.8, S.1.2018.

Türk Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Petrol, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Petrol> (Erişim Tarihi: 29.03.2019)

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Sık Sorulan Sorular, Nükleer Santralleri Yatırım Süresi ve Maliyeti Ne Kadardır?, 854, <http://www.taek.gov.tr/tr/sik-sorulan-sorular/136-nukleer-enerji-ve-nukleer-reaktorler-sss/854-nukleer-santrallerin-yatirim-suresi-ve-maliyeti-ne-kadardir.html> (Erişim Tarihi: 15.05.2019).

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Sık Sorulan Sorular, şu Ana Kadar Neden Türkiye’de Nükleer Santral Kurulmadı?, 852, <http://www.taek.gov.tr/tr/sik-sorulan-sorular/136-nukleer-enerji-ve-nukleer-reaktorler-sss/852-su-ana-kadar-neden-turkiyede-nukleer-santral-kurulmadi.html> (Erişim Tarihi: 20.03.2019).

Türkiye Atom Enerjisi Kurumu, Sık Sorulan Sorular, Toryumlu Reaktörlerin Dünya’daki Durumu Nedir? Toryumla Çalışan Nükleer Santral Var mıdır?,851, <http://www.taek.gov.tr/tr/sik-sorulan-sorular/136-nukleer-enerji-ve-nukleer-reaktorler-sss/851-toryumlu-reaktorlerin-dunyadaki-durumu-nedir-toryumla-calisan-nukleer-santral-var-midir.html> , (Erişim Tarihi: 18.05.2019).

Türkiye’nin Biyokütle Potansiyeli 8.6 Milyon Ton Petrole Eşdeğer, 08.05.2018, <https://www.yesilhaber.net/2018/05/08/turkiyenin-biyokutle-potansiyeli-8-6-milyon-ton-petrole-esdeger/>, (Erişim Tarihi: 18.05.2019)

Türkiye'nin Enerjisine Enerji Katacak, Akkunpp, Mersin, <http://www.akkunpp.com/mersin-turkiyenin-enerjisine-enerji-katacak>, (Erişim Tarihi: 28.07.2018).

Türkiye Elektrik Üretimi, Enerji Atlası, 04. 08. 2018 , <https://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/> (Erişim Tarihi: 15.01.2019).

- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Bilgi Merkezi, Uranyum ve Toryum, <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uranyum-ve-Toryum> (Erişim Tarihi: 18.05.2019).
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Biyokütle, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Biyokutle>, (Erişim Tarihi: 11.06.2016).
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Doğalgaz, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Dogal-Gaz>, (Erişim Tarihi: 08.06.2018).
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Elektrik, <https://www.enerji.gov.tr/tr-tr/sayfalar/elektrik> (Erişim Tarihi: 15.09.2018).
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Hidrolik, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Hidrolik>, (Erişim Tarihi: 10.06.2018).
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Kömür, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Komur>, (Erişim Tarihi: 11.06.2018)
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Mavi Kitap, Ankara: Bağlı ve İlgili Kuruluşlar Dairesi Başkanlığı, 2016.
- Türkiye Cumhuriyeti, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Nükleer Enerji, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji>, (Erişim Tarihi: 07.02,2018).
- Türkiye Cumhuriyeti. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Rüzgar, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Ruzgar>, (Erişim Tarihi: 01.06.2018).
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenielebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Biyokütle Enerjisi Nedir?, [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle\\_enerjisi.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/biyokutle_enerjisi.aspx) (Erişim Tarihi: 11.06.2018).
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenielebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Hidroelektrik Enerjisi Nedir?, [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx), (Erişim Tarihi: 11.06.2018).
- Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Yenielebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Rüzgâr Enerjisi, [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar\\_enerjisi.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/ruzgar-ruzgar_enerjisi.aspx) (Erişim Tarihi: 09.06.2018)
- Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası Arşivi, 2018, Para Çevirici.om, 2019 Haziran 26, <http://paracevirici.com/doviz-arsiv/merkez-bankasi/gecmis-tarihli-doviz/2018/amerikan-dolari>, (Erişim Tarihi: 26.06.2019).

- Türkiye Elektrik Üretimi, Enerji Atlası, 04.08.2018 , <http://www.enerjiatlası.com/elektrik-uretimi/>, (22.05.2018)
- Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, Kömür Sektör Raporu(linyit) 2017, T.C: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı 2017,s. 9
- Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Çevre Mühendisleri Odası, Akkuyu Nükleer Güç Santrali Teknik Değerlendirme Raporu, İstanbul Şubesi 2014, s.6
- Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Elektrik Mühendisleri Odası, Nükleer Enerji Raporu: Mattek Matbaa., 1.B., Ankara 2013,
- Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Elektrik Mühendisleri Odası, 'Nükleer Santraller ve Türkiye' Söyleşi, Ankara Şubesi,1. B.,Ankara, 2015,
- Türkiye Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Makine Mühendisleri Odası, Türkiye'nin Enerji Görünümü Raporu, Oda Raporu, Yayın No: MMO/691, Ankara,2018.
- Türkiye'nin Nükleer Enerjiye İhtiyacı Yok!,17.05.2013 , TMMOB Kimya Mühendisleri Odası,Basın Açıklaları, [http://www.kmo.org.tr/genel/bizden\\_detay.php?kod=730&tipi=&sube=0](http://www.kmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=730&tipi=&sube=0) (Erişim Tarihi:18.05.2019).
- Türkiye'nin Nükleer Santral Projeleri: Soru-Cevap, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Nükleer Enerji Proje Uygulama Dairesi Yayın Serisi, 2016.
- Türkiye Petrolleri, 2016 Yılı Ham Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu, 2017
- Türkiye Tabii Kaynaklar Birliği, Çernobil Nükleer Kazası Sonrası Türkiye'de Kanser ,1.b., Ankara, Türk Tabii Kaynaklar Birliği Yayınları, 2006.
- Türkiye Tabii Kaynaklar Birliği,Kömürlü termik santraller çevreye ve sağlığa zararlıdır., 24.10.2014, [http://www.ttb.org.tr/haberarsiv\\_goster.php?Guid=675ea3ca-9232-11e7-b66d-1540034f819c](http://www.ttb.org.tr/haberarsiv_goster.php?Guid=675ea3ca-9232-11e7-b66d-1540034f819c), (Erişim Tarihi: 20.05.2019)
- Türkiye ve Dünyada Nükleer Enerji, İstanbul Nükleer Karşıtı Platform, Enerji Mühendisleri Odası, 2019.
- United National Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, The Chernobyl accident, UNSCEAR's assessments of the radiation effects, 2012, <https://www.unscear.org/unscear/en/chernobyl.html> , (Erişim Tarihi: 05.04.2019).
- U.S. Energy Information Administration, Hydropower Explained, [https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=hydropower\\_home](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=hydropower_home), (15.5.2019)



- U.S. Energy Information Administration, Solar Explained, 19.12.2018  
[https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=solar\\_home](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=solar_home) (Erişim Tarihi: 20.02.2019)
- UYDURANOĞLU Ayşe, Ayça AKSOY, Türkiye'nin Su Riskleri Raporu, WWF-Türkiye ,2014.
- ÜLGEN Sinan, İlhan OR, Hasan SAYGIN, Gürkan KUMBAROĞLU, İzak ATİYAS, Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli, Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Merkezi, 1. b., İstanbul: Tor Ofset Sanayi ve Ticaret Ltd Şti, 2011.
- US Government Report, Declassified: The Aftermath of the Fukushima Disaster, Open source investigations, <https://www.opensourceinvestigations.com/japan/declassified-the-aftermath-of-the-fukushima-disaster/> (Erişim Tarihi: 26.06.2019).
- YANAR Rüstem, Güldem KERİMOĞLU, “Türkiye’de Enerji Tüketimi, Ekonomik Büyüme ve Cari Açık ilişkisi”, Gaziantep, Ekonomi Bilimleri Dergisi, C.3, No.2, (2011),ss. 191-201
- YARMAN Tolga, Enerji Kaynakları, 1.b., İstanbul: Okan Üniversitesi Yayınları, 2009
- Yenielebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Hidroelektrik Enerjisi Nedir?, , T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ,[http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h\\_hidrolik\\_nedir.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/h_hidrolik_nedir.aspx), (Erişim Tarihi: 11.06.2019).
- Yeşil Gazete, Çernobil ve Fukuşima’nın Sağlık Etkileri kitabının tanıtımı İstanbul’da da yapıldı, 06.05.2016, <https://yesilgazete.org/blog/2016/05/06/cernobil-ve-fukusimanin-saglik-etkileri-kitabinin-tanitimi-istanbulda-da-yapildi/>, (Erişim Tarihi: 20.09.2018).
- Yenilenebilir Enerji Genel Müdürlüğü, Jeotermal Enerji Nedir?, T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, [http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/jeo\\_enerji\\_nedir.aspx](http://www.yegm.gov.tr/yenilenebilir/jeo_enerji_nedir.aspx) , (Erişim Tarihi: 11.08.2018)
- YILDIRIM Metin, ÖRNEK İbrahim, “Enerjide Son Seçim: Nükleer Enerji”, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 6(1), 2007 ss. 32-44
- YILMAZ Alper, Hüseyin ALTAY, "Türkiye’de Enerji Tüketimi ile Enflasyon Arasındaki İlişkinin İncelenmesi ", Sosyal Bilimler Dergisi, S.49, 2016, ss. 214-232.
- What Is Energy? Explained, Independent Statistics & Analysis U.S. Energy Information Administration, 08.08.2018,  
[https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=about\\_for\\_ms\\_of\\_energy](https://www.eia.gov/energyexplained/index.php?page=about_for_ms_of_energy) , (Erişim Tarihi: 21.02.2018)
- Wind Energy, International Renewable Energy Agency, 2018, <http://www.irena.org/wind>,

(Erişim Tarihi: 09.06.2018)

World Energy Council, Energy Sources, 2016, <https://www.worldenergy.org/data/resources/>

(Erişim Tarihi: 27.03.2019)

World Health Organization, 1986-2016: CHERNOBYL at 30 An update ,2016.

World Health Organization, Health consequences of the chernobyl accident, Results of the IPHECA Pilot Projects and Related National Programmes Summary Report, Cenevre, 1995.

World Nuclear Association, Outline History of Nuclear Energy, 2018, <http://www.world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/outline-history-of-nuclear-energy.aspx> ,(Erişim Tarihi: 06.02.2018).

World Resources 1990-91, Oxford: Oxford University Press , United Nations Development Programme (UNDP), United Nations Environment Programme (UNEP), World Resources Institute, , 1990.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Hazal Özlem Güneşli
Tez Adı	Nükleer Santralin Türkiye Ekonomisi Açısından Fayda ve Maliyetleri
Enstitü	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim Dalı	İktisat
Tez Türü	Yüksek Lisans
Tez Danışman(lar)ı	Prof.Dr.Nalan Ölmezoğulları
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni Kısıtlama	<input type="checkbox"/> Patent Kısıt (2 yıl) <input type="checkbox"/> Genel Kısıt (6 ay) <input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum.

**Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.**

Tarih : 05.08.2019

İmza : 