



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

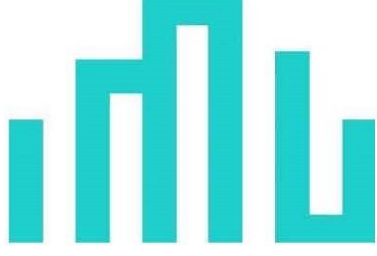
ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI

**Nükleer Enerji Politikaları: Türkiye ve Güney Kore
Karşılaştırması**

Yüksek Lisans Tezi

Remziye Kübra Derbazlar

Temmuz 2023



İSTANBUL MEDENİYET ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI

**Nükleer Enerji Politikaları: Türkiye ve Güney Kore
Karşılaştırması**

Yüksek Lisans Tezi

Remziye Kübra Derbazlar

Danışman

Doç. Dr. Leman Erdal

Temmuz 2023

TEZ JÜRİSİ ONAYI

Remziye Kübra Derbazlar tarafından hazırlanan “Nükleer Enerji Politikaları: Türkiye ve Güney Kore Karşılaştırması” başlıklı bu Yüksek Lisans Tezi, Uluslararası İlişkiler Anabilim Dalı’nda hazırlanmış ve jürimiz tarafından kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Leman Erdal

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Üyeler:

Dr. Öğr. Üyesi Meysune Yaşar

İstanbul Medeniyet Üniversitesi

Doç. Dr. Fulya Aksu

İstanbul Altınbaş Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 10/Temmuz/2023

BEYANLAR

Yazım ve Kaynak Gösterme Kılavuzu Beyanı

Danışmanlığımda yazılan bu tezin Chicago yazım ve kaynak gösterme kılavuzunda belirtilen kurallara uygun olarak yapılandırıldığı ve bu kılavuzun metin içi kaynak gösterme standartlarının bu tezde tutarlı olarak uygulandığı tarafımdan incelenerek teyit edilmiştir.

İmza

Doç. Dr. Leman Erdal

Etik İlkeler Sadakat Beyanı

Hazırladığım bu tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu, akademik ve etik kuralları gözeterek çalıştığımı ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

İmza

Remziye Kübra Derbazlar

ÖZET

Nükleer Enerji Politikaları: Türkiye ve Güney Kore Karşılaştırması

Derbazlar, Remziye Kübra

Yüksek Lisans Tezi, Uluslararası İlişkiler Ana Bilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Leman Erdal

Temmuz 2023

Günümüzde enerji kaynağı olarak fosil yakıtlar, ülkeler tarafından yaygın ve yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Ancak fosil yakıtların dünya üzerinde eşit bir şekilde dağılmamış olması nedeniyle bu kaynaklar bakımından fakir olan ülkeler enerji ihtiyaçlarını dışarıdan ithal ederek karşılamaktadır. Bu durum, enerji konusunda ülkelerin dışarıya bağımlı olmasına ve böylelikle ülkelerin dış ticarete cari açıklar vermesine neden olmaktadır. Cari açıkların yanı sıra enerji bağımlılığı, enerji piyasasında herhangi bir krizin patlak vermesi halinde ülkelerin enerji ihtiyaçlarını da tam anlamıyla karşılayamamasına yol açmaktadır. Enerji kaynaklarının yetersiz kalmasıyla ülkeler, istedikleri üretimi yapamamakta ve bu durum ülkelerin ekonomik büyüme hedeflerini gerçekleştirmesini engelleyebilmektedir. Bu nedenle, enerji akışının kesintisiz bir şekilde sağlanabilmesi için enerji güvenliği devletlerin en çok üzerinde durduğu kavramlardan biri olmuştur. Özellikle, gelişmekte olan bir devlet için enerji güvenliği kavramı daha da büyük bir önem kazanmıştır. Bu gelişmekte olan ülkelere Güney Kore ve Türkiye, enerji güvenliklerini sağlamak için alternatif enerji kaynakları arayışı içerisine girmişlerdir. Nükleer enerji, her iki ülkenin de kullanmak istediği bir seçenek olmuştur. Ancak yapılan yatırımlar sonucunda Güney Kore 1978 yılında ilk ticari nükleer enerji santralini kurmuşken Türkiye yakın bir zamanda nükleer enerji santrali yapımına başlamıştır. Bu örnek, Türkiye'nin nükleer enerji alanında Güney Kore karşısında geride kalmışlığını

açık bir şekilde göstermektedir.

Bu çalışmada, Türkiye ve Güney Kore'nin nükleer enerji politikaları karşılaştırılarak Türkiye'nin Güney Kore'den neden geride kaldığı ve siyasi ve ekonomik etkenlerin her iki ülkenin nükleer enerji girişimleri üzerindeki etkisi araştırılacaktır. Böylelikle, Türkiye'nin nükleer enerji alanında yaptığı muhtemel hatalar gözler önüne serilecek ve Türkiye'nin bu hatalardan ders çıkararak bundan sonraki adımlarını daha iyi atmasına sebep olacaktır.

Anahtar Kelimeler: Nükleer Enerji, Enerji Bağımlılığı, Enerji Güvenliği, Güney Kore, Türkiye.

ABSTRACT

Nuclear Energy Policies: Comparison of Türkiye and South Korea

Derbazlar, Remziye Kübra

Master Thesis, Department of International Relations

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Leman Erdal

July 2023

Nowadays fossil fuels have been used widely and intensely as source of energy by countries. However, countries which don't have enough fossil fuels meet their energy needs by importing them because these resources aren't scattered equally on the earth. This situation causes countries to depend on other countries and thus, they give current deficits in their foreign trade. As well as current deficits, energy dependency also causes countries not to meet their energy needs properly in the case of any kind of crisis in the energy market. Thus, countries can't have their desired outputs and achieve their economic growth goals. Therefore, energy security has become so important for all countries. Especially it is more important for developing countries. As developing countries, South Korea and Türkiye has been searching alternative energy resources to ensure their energy security. Nuclear energy has become a preferable option for both countries. However, as a result of nuclear energy investments while South Korea established its first nuclear power plant in 1978, Türkiye started to build its own nuclear power plant in recent days. This example shows explicitly Türkiye's backwardness over South Korea in the nuclear energy area.

In this study, it will be searched why Türkiye gets behind in South Korea by being compared South Korea and Türkiye's nuclear energy policies and effects of economic and political factors on both countries' nuclear energy attempts. Thus,

Türkiye's probable wrongdoings in its nuclear energy policy will come to light and cause Türkiye to take a firm step in this issue by learning lessons from its mistakes.

Key Words: Nuclear Energy, Energy Dependency, Energy Security, South Korea, Türkiye.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında Güney Kore ve Türkiye'nin nükleer enerji politikaları ayrı ayrı başlıklar altında incelenmiş ve her iki ülkenin nükleer enerji girişimlerini etkileyen ekonomik ve siyasi faktörler anlatılmıştır. Bu ekonomik ve siyasi faktörler ışığında iki ülkenin nükleer enerji politikalarındaki başarısı tartışılmıştır.

Öncelikle tez yazımı sürecimde benden desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Leman Erdal'a ve beni devamlı motive eden Oğuz İrem Şahinli ve Pınar Polat'a teşekkür ediyorum.

Remziye Kübra Derbazlar

İstanbul, 2023

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
KISALTMALAR	iv
TABLolar LİSTESİ	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM I: ENERJİNİN TANIMI, ENERJİ GÜVENLİĞİ VE NÜKLEER ENERJİ.....	4
1.1. ENERJİNİN TANIMI	4
1.1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması.....	7
1.1.2. Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları	7
1.2.3. Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Kaynakları.....	8
1.2. ENERJİ GÜVENLİĞİ.....	10
1.3. NÜKLEER ENERJİ	15
1.3.1. Nükleer Reaktör Çeşitleri	17
1.3.2. Dünyada Nükleer Enerji	20
1.3.3. Nükleer Enerjinin Avantajları ve Dezavantajları	23
1.4. NÜKLEER ENERJİNİN EKONOMİK KALKINMA ÜZERİNE ETKİSİ.....	29
1.5. NÜKLEER ENERJİ VE SİYASET	32
1.6. COVID-19 SALGINININ NÜKLEER ENERJİ KULLANIMINA OLAN ETKİSİ.....	36
BÖLÜM II: GÜNEY KORE VE TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ POLİTİKALARI	38
2.1. GÜNEY KORE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN GENEL DURUMU	38
2.2. GÜNEY KORE’NİN NÜKLEER ENERJİ TARİHİ	42
2.2.1. Günümüzde Güney Kore’nin Nükleer Enerji Politikası.....	49
2.3. NÜKLEER ENERJİNİN GÜNEY KORE EKONOMİSİNE KATKILARI.....	51
2.4. GÜNEY KORE’NİN NÜKLEER ENERJİ ALANINDA GELİŞMESİNİN FAKTÖRLERİ	56
2.5. TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN GENEL DURUMU	59

2.6. TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ TARİHİ.....	67
2.7. TÜRKİYE İÇİN NÜKLEER ENERJİNİN ÖNEMİ	73
2.8. TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ ALANINDAKİ EKSİKLİKLERİ VE HATALARI	76
BÖLÜM III: EKONOMİK VE SİYASİ FAKTÖRLERİN NÜKLEER ENERJİ POLİTİKASINA ETKİSİ.....	79
3.1. EKONOMİK FAKTÖRLERİN GÜNEY KORE VE TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ POLİTİKASINA ETKİSİ.....	79
3.2. SİYASİ FAKTÖRLERİN GÜNEY KORE VE TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ POLİTİKASINA ETKİSİ.....	90
SONUÇ	94
KAYNAKÇA.....	97

KISALTMALAR

- ABD:** Amerika Birleşik Devletleri
AECL: Atomic Energy of Canada Limited
ANAEM: Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi
AEK: Atom Enerjisi Komisyonu
COCOM: Çok Taraflı İhracat Kontrolleri Koordinasyon Komitesi
ÇNAEM: Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi
EİEİ: Elektrik İşleri Etüd İdâresi
GE: General Electric
ICRP: Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu
IEA: International Energy Agency
IAEA: Uluslararası Atom Enerjisi
KAERI: Kore Atom Enerjisi Araştırma Enstitüsü
KEB: Kore Döviz Bankası
KEPCO: Kore Elektrik Enerjisi Kurumu
KDB: Kore Kalkınma Bankası
KHIC: Kore Ağır Sanayi ve İnşaat Şirketi
KNS: Kore Nükleer Hizmetleri
KOSIS: Korean Statistical Information Service
KSNPP: Kore Standart Nükleer Güç Santrali
KWU: Siemens-Kraft Werk Union
NPT: Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması
TAEK: Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TEAŞ: Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş.
TEK: Türkiye Elektrik Kurumu
TENMAK: Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu
TETAŞ: Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş.
TÜİK: Türkiye İstatik Kurumu

VAR Metodu: Vektör Otoregresyon Metodu

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. Gelişmiş Ülkelerin Gayri Safi Yurtiçi Hasılası Büyüme Oranı (%)	13
Tablo 2. Nükleer Güç Santrali Bulunan Ülkelerin Aktif Reaktör Sayısı, Elektrik Üretimindeki Nükleer Enerji Payı ve Nükleer Enerjiden Üretilen Elektrik Arzı (2022 Yılı)	22
Tablo 3. Güney Kore'nin Toplam Mal ve Hizmet İhracatı	53
Tablo 4. Güney Kore'nin En Çok İhraç Ettiği İlk On Ürün ve Yüzdesi (1960-2022).....	54
Tablo 5. Türkiye ve Güney Kore'nin Nüfus Sayısı ve Büyüme Oranı	80
Tablo 6. Türkiye ve Güney Kore'nin Gayri Safi Yurt İçi Hasılası	83
Tablo 7. Türkiye ve Güney Kore'nin İhracat, İthalat ve Cari Açık Oranları.....	85
Tablo 8. Güney Kore'nin İşsizlik Oranları.....	87
Tablo 9. Güney Kore ve Türkiye'nin Nükleer Enerjiye Yatırım Yapmasına Neden olan Ekonomik Faktörler.....	88
Tablo 10. Güney Kore ve Türkiye'nin Siyasi Kriterleri Karşılama Puantajı.....	93

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Türkiye'nin Toplam Kurulu Gücü, Brüt Üretimi, Net Elektrik Tüketimi	5
Şekil 2. Türkiye'nin Doğalgaz Üretimi ve Tüketimi	5
Şekil 3. Türkiye'nin Yıllara Göre Gayri Safi Yurtiçi Hasılası (Bin TL)	6
Şekil 4. 2021 Yılı Dünyadaki Enerji Kaynakları Tüketimi	8
Şekil 5. Enerji Kaynağı Türüne Göre Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (2022 Yılı).....	9
Şekil 6. Kaynaklara Göre Küresel Elektrik Enerjisi Üretimine Payı	10
Şekil 7. Varil Başına Düşen Brent Petrol Fiyatları (ABD Doları)	12
Şekil 8. Gelişmiş Ülkelerin Petrol Tüketimi (Milyon Ton).....	13
Şekil 9. Basınçlı Su Reaktörü	19
Şekil 10. Kaynaklara Göre Dünyadaki Birincil Enerji Tüketimi (2022 Yılı)	20
Şekil 11. 1970-2021 Yılları Arası Nükleer Enerjinin Toplam Dünya Enerji Arzındaki Payı...21	
Şekil 12. Enerji Kaynaklarının Yaşam Döngüsü Boyunca Ortalama Sera Gazı Salınımı	25
Şekil 13. Nükleer Enerji Elektrik Arzı	37
Şekil 14. Güney Kore'nin Birincil Enerji Kaynağı Tüketimi Dağılımı (2022 Yılı).....	38
Şekil 15. Güney Kore'nin Birincil Enerji Kaynağı Üretimi (2022 Yılı)	39
Şekil 16. Güney Kore'nin 2022 Yılı Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Üretimi (Terawatt Hours)	40
Şekil 17. Güney Kore'nin Toplam Enerji Tüketimi (2022 Yılı)	40
Şekil 18. Güney Kore'nin Sektörlere Göre Enerji Tüketimi (2021 Yılı)	41
Şekil 19. Güney Kore'nin Kişi Başına Düşen Milli Gelir Oranı (ABD Doları)	52
Şekil 20. Türkiye'nin Toplam Enerji Arzı (2021 Yılı).....	60
Şekil 21. Türkiye'nin 2022 Yılı Doğal Gaz İthalat Miktarları (Milyon Sm ³).....	61
Şekil 22. Türkiye'nin 2022 Yılı Ülkelere Göre Petrol İthalat Miktarları (Ton).....	63
Şekil 23. 2022 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretimine Kaynaklara Göre Dağılımı (GWh) .	64
Şekil 24. 2021 Yılı Türkiye'nin Kömür İthalatında Ülke Payları	65
Şekil 25. Türkiye'nin 2020 yılı Sektörlere Göre Enerji Tüketimi (Tj)	66
Şekil 26. Türkiye ve Güney Kore'nin Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (MW)	81

Şekil 27. Türkiye ve Güney Kore'nin Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurt İçi Hasılası (ABD Doları).....	84
--	----

GİRİŞ

Sanayi devriminden bu yana dünya; iletişim, ulaşım ve sağlık gibi birçok alanda değişimler geçirmiştir. Bu değişikliklere uyum sağlayan halkların ise ekonomik refah seviyesi artmış ve buna bağlı olarak dünyanın nüfusu hızla çoğalmıştır. Ancak, nüfus artışı beraberinde birtakım sorunları da getirmiştir. Nüfusun çoğalması; daha fazla gıda, tekstil ve teknolojik ürünlerin üretilmesi anlamına gelmektedir. Bu ürünlerin üretilmesi, ham maddeye bağlı olduğu kadar enerji kaynaklarına da bağlıdır. Enerji kaynakları, günümüzde üretilen bütün mal ve hizmetlerin önümüze ulaştırılmasında bir numaralı etkidir. Bir ürünün üretilmesinden ilgili pazarlara gönderilmesine kadar bütün süreçlerde enerji kaynakları başlıca rol oynamaktadır. Ancak, enerji kaynağı olarak en fazla kullanılan fosil yakıtların dünyada eşit bir şekilde dağılmamış, tükenebilir ve siyasi ve ekonomik istikrarsızlıkların olduğu bölgelerde toplanmış olması, ülkelerin mal ve hizmet üretiminde aksaklıklar ya da ekonomik sorunlar yaşamasına sebebiyet vermektedir. Bu nedenle, ülkeler enerji kaynaklarını çeşitlendirerek bu aksaklıklar ve ekonomik sorunların yaşanmasını engellemeye çalışmaktadır. Bu noktada, nükleer enerji; verimli, istikrarlı, temiz ve sürdürülebilir olması nedeniyle birçok ülke tarafından alternatif enerji kaynağı olarak tercih edilmeye başlanmıştır.

İkinci Dünya Savaşı sırasında atom bombası olarak kullanılan ve bütün dünyanın korkuya kapılmasına neden olan nükleer enerjinin, barışçıl amaçlarla da kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Dönemin Amerika Birleşik Devletleri (ABD) Başkanı Eisenhower'ın "Barış için Atom" projesiyle birlikte nükleer enerjiyi barışçıl amaçlarla kullanmak isteyen ülkelerin sayısında artış yaşanmıştır. Güney Kore ve Türkiye de bu ülkeler arasında yerlerini almıştır.

Güney Kore ve Türkiye, nükleer enerji yatırımlarına 1950'li yıllarda başlamıştır. Bu yıllarda ekonomik olarak Türkiye'den daha geride bir seviyedeysen Güney Kore, nükleer enerji teknolojisini edindikten sonra Türkiye'yi geçmiş ve her iki ülke arasında önemli ekonomik farklar oluşmuştur. Güney Kore ve Türkiye; aynı zamanda savaş, siyasi istikrarsızlık, askeri diktatörlük gibi benzer siyasi süreçlerden de geçmiştir. Ancak yine de nükleer enerji alanında

Güney Kore, Türkiye'nin önünde yer almıştır. Bu nedenle, bu tezde her iki ülkenin nükleer enerji politikalarını etkileyen ekonomik ve siyasi faktörler incelenecek ve bu faktörlerin nükleer enerji politikalarına olan etkileri araştırılacaktır.

Bu çalışmada, Güney Kore ve Türkiye'nin nükleer enerji politikaları ekonomik ve siyasi yönden karşılaştırılarak incelenecektir. Ekonomik karşılaştırma yapılırken gayri safi yurtiçi hasıla, ihracat, ithalat ve işsizlik oranlarından faydalanılacaktır. Siyasi yönden karşılaştırma yapılırken ise Sovacool ve Valentine'nin ABD, Fransa, Rusya, Kanada, Japonya, Güney Kore, Çin ve Hindistan üzerine yaptığı çalışmalarda kullandığı altı ortak sosyal politik ekonomik faktöründen yararlanılacaktır. Bu faktörler; ulusal güvenlik ve gizlilik, teknokratik ideoloji, ekonomik müdahalecilik, merkezi enerji planlaması, muhalefetin siyasi otoriteye tabii kılınması ve düşük seviyeli sivil aktivizmdir. Güney Kore ve Türkiye'nin bu altı faktörle olan bağlantısı incelenecek ve ortaya koyulacaktır. Araştırma sonunda, ekonomik ve siyasi etkenlerin Güney Kore ve Türkiye'nin nükleer enerji politikasını hangi aşamaya getirdiği tartışılacaktır.

Bu çalışma yapılırken literatürde Güney Kore ve Türkiye'nin nükleer enerji politikalarını karşılaştıran çok az akademik çalışma yapıldığı fark edilmiştir. Hatta bu çalışmanın konusu olan ekonomik ve siyasi etkenlerin içine katıldığı herhangi bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Bu yönüyle bu çalışma, literatürde özgün bir konumda olacaktır ve Türkiye'nin nükleer enerji politikasını daha sağlam adımlarla atmasını sağlayacaktır.

Çalışmanın birinci bölümünde, enerji tanımından ve sınıflandırılmasından kısaca bahsedilecektir. Bu bölümde, daha çok nükleer enerji üzerinde yoğunlaşılacaktır. Nükleer enerjinin ne olduğu, nasıl üretildiği, avantajları, dezavantajları, ekonomik katkısı ve siyasi ortamın nükleer enerji politikalarını nasıl etkilediği tartışılacaktır. Özellikle nükleer enerji ve siyaset konusunda Türk literatüründe hiçbir araştırmanın olmaması, bu çalışmanın önemini daha da artıracaktır. Bu bölümün son konusunda ise Covid-19 salgınının nükleer enerji sektörüne olan etkileri incelenecektir.

Çalışmanın ikinci bölümünde, Güney Kore ve Türkiye'nin nükleer enerji politikaları derinlemesine incelenecektir. Her iki ülkenin enerji kaynakları açısından genel durumları ve nükleer enerjiye geçiş serüvenleri anlatılacaktır. Güney Kore'nin nükleer enerji alanındaki başarısının daha iyi anlaşılabilmesi için nükleer enerjinin Güney Kore ekonomisine olan katkılarına ve Güney Kore'nin nükleer enerji alanında gelişmesinin nedenlerine değinilecektir. Türkiye'nin nükleer enerji politikalarından bahsedilirken ise nükleer enerjinin enerji bağımlılığı, enerji güvenliği, cari açıklar, enerji fiyatları ve yüksek teknoloji konusunda Türkiye'ye sağlayacağı katkılarından bahsedilecektir. Son olarak ise Türkiye'nin 2010 yılına kadar yaklaşık 50 yıldır nükleer güç santrali kurma çabasının neden başarısızlıkla sonuçlandığı açıklanacaktır.

Çalışmanın üçüncü bölümünde, Güney Kore ve Türkiye'nin nükleer enerjiyi tercih etmesinin arkasındaki ekonomik faktörlerden bahsedilecek ve Güney Kore'nin nükleer enerji sonrası ekonomisi Türkiye'yle karşılaştırılacaktır. Bu ekonomik faktörlerden bahsedilirken gayri safi yurtiçi hasıla, ihracat, ithalat ve işsizlik oranlarından yararlanılacaktır. Ayrıca nükleer enerji girişimlerinin başarılı olmasını sağlayan Sovacool ve Valentine'nin altı siyasi kriterini Güney Kore ve Türkiye'nin karşılayıp karşılamadığı tartışılacaktır.

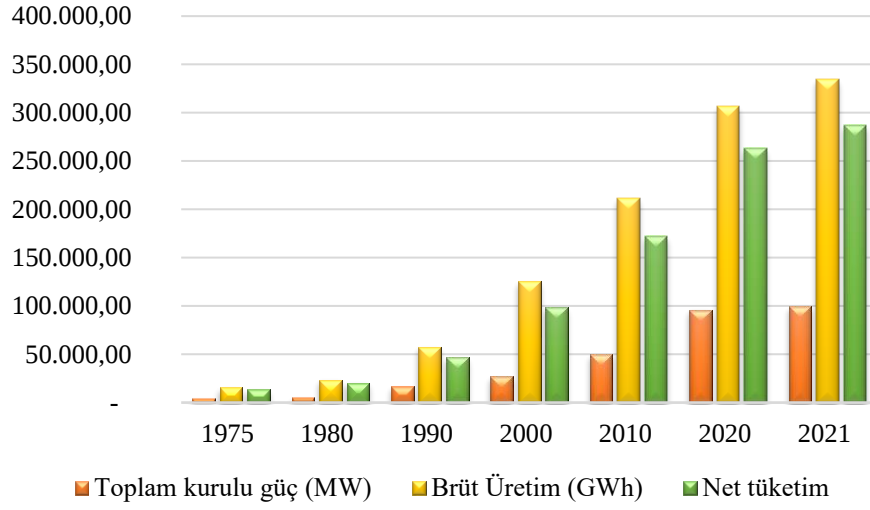
Çalışmanın sonunda ise nükleer enerjiden kısaca bahsedilecek ve ekonomik ve siyasi faktörlerin Güney Kore ve Türkiye'nin nükleer enerji politikasını hangi noktaya getirdiği gözler önüne serilecektir.

BÖLÜM I: ENERJİNİN TANIMI, ENERJİ GÜVENLİĞİ VE NÜKLEER ENERJİ

1.1. ENERJİNİN TANIMI

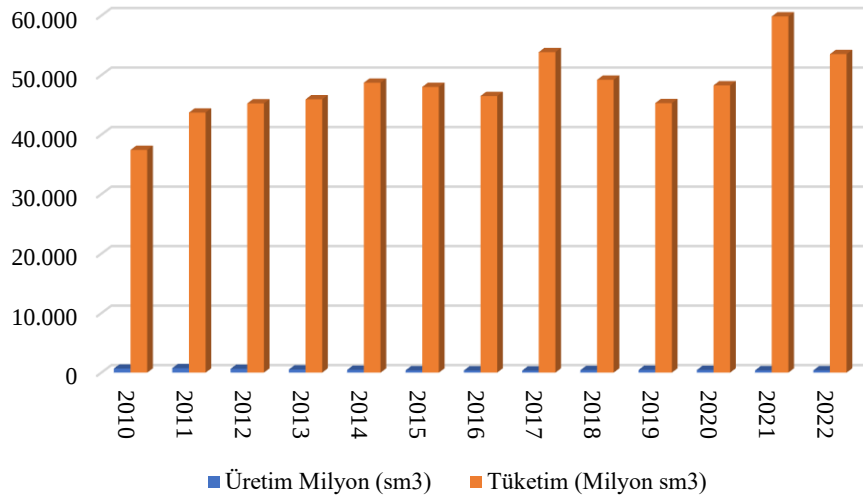
Yaşamın varoluşundan beri enerji; insanların, hayvanların kısacası canlıların büyüüp nesillerini devam ettirmesine olanak sağlamıştır. Isınmadan yemek pişirmeye kadar insanlar, hayatlarının her safhasında dilediklerini gerçekleştirme amacıyla enerji kaynaklarını kullanmışlardır. Bu nedenle enerji, insanlığın gelişimi ve evrimi için her zaman çok önemli bir unsur olmuştur. Özellikle sanayi devrimiyle birlikte enerji kullanımı artmış ve böylelikle enerji kaynakları insanların, devletlerin kaderlerini değiştirecek kadar önemli bir role bürünmüştür.

Enerji kısaca maddede var olan ısı veya ışık olarak ortaya çıkan güç şeklinde tanımlanmaktadır (Konca 2018, 3). İnsanlar, enerji kaynaklarında bulunan bu gücü kullanarak hayatlarını devam ettirmeye ve kolaylaştırmaya çalışmışlardır. Enerji kaynaklarının kullanımıyla birlikte her geçen gün teknoloji gelişmeye başlamış ve bu durum sanayi devriminin yaşanmasına zemin hazırlamıştır. Sanayi devrimi, enerji kaynaklarının kullanımı açısından tarihte bir dönüm noktasını oluşturmuştur. Bu dönemde; buharlı makineler ve buharla çalışan trenler ortaya çıkmış, mal ve hizmet üretiminde artışlar yaşanmıştır. Devletler, daha fazla mal ve hizmet üreterek ekonomilerini büyütüp halklarının refah seviyelerini yükseltebilmek için enerji kaynaklarını daha fazla kullanmaya başlamıştır. Örneğin; Şekil 1.'de görüleceği üzere Türkiye, kurulu elektrik enerjisi gücünü, üretim ve tüketimini sürekli artırmıştır.

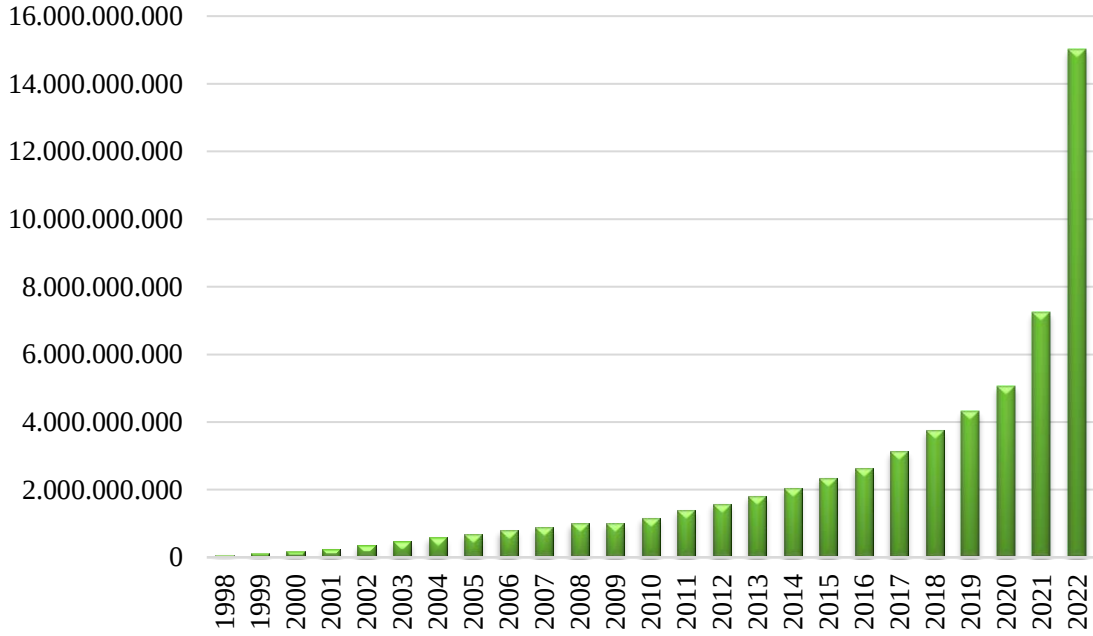


Şekil 1. Türkiye'nin Toplam Kurulu Gücü, Brüt Üretimi, Net Elektrik Tüketimi
Kaynak: ("Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri" 2022).

Doğal gaz tüketiminin ise Şekil 2.'de görüleceği üzere bazı yıllarda düşüşler olsa da genel olarak 2010-2022 yılları arasında giderek arttığı anlaşılmaktadır. Şekil 3.'te ise enerji tüketiminin artışına ek olarak Türkiye'nin gayri safi yurtiçi hasılasının da yıllara göre arttığı anlaşılmaktadır.



Şekil 2. Türkiye'nin Doğalgaz Üretimi ve Tüketimi
Kaynak: ("Doğal Gaz Piyasası Resmi İstatistikleri Listesi" 2023).



Şekil 3. Türkiye'nin Yıllara Göre Gayri Safi Yurtiçi Hasılası (Bin TL)
Kaynak: ("Türkiye İstatik Kurumu [TÜİK]" 2023a).

Yukarıdaki bilgiler ışığında, enerji tüketiminin artmasıyla birlikte devletlerin gayri safi yurtiçi hasılasının da artacağı kanısına varılabilir. Çünkü enerji tüketiminin artması, mal ve hizmet üretiminin de artması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla; üretilen mal ve hizmetler, ekonominin canlanmasına ve gayri safi yurtiçi hasılasının artmasına yol açacaktır. Bu nedenle ülkeler, üretimlerini artırmak amacıyla daha fazla enerji kaynağına ihtiyaç duymaktadır. Bu enerji kaynakları arasında en çok kullanılanı fosil yakıtlardır.

Sanayi devriminden bu yana günümüzde fosil yakıtlar yaygın ve yoğun bir şekilde birincil enerji kaynakları olarak kullanılmaktadır. Ancak fosil enerji kaynaklarının yeryüzünde eşit bir şekilde dağılmaması, enerji fakiri devletlerin dışarıya bağımlı olmasına neden olmaktadır. Bu bağımlılık, devletlerin mal ve hizmet üretimlerini etkilemekte ve ekonomik büyümelerine zarar vermektedir. Dolayısıyla, fosil enerji kaynakları açısından zengin olan devletler ekonomik büyümesini sağlayacak kaynaklara sahip olmaları nedeniyle daha şanslılardır. Ancak diğer yandan, bu durum buna benzer devletlerin Orta Doğu'da olduğu gibi gelişmiş ülkelerin müdahalelerine maruz kalmasına ve içlerinde karışıklıklar yaşamasına neden olabilir. Bu

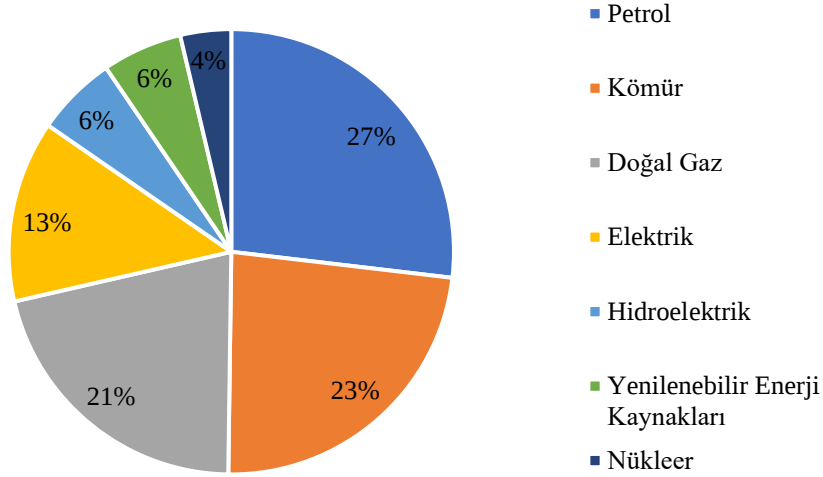
nedenle; zengin fosil enerji kaynaklarına sahip olmak, devletler için hem avantaj hem de dezavantaj doğurabilir. Güçlü siyasi irade, iyi yönetim ve teknolojik gelişmişlik; fosil enerji kaynakları açısından zengin olan devletlerin sorunlarını engelleyebileceği gibi enerji fakiri devletlerin de sorunlarını aşmasını sağlayabilir.

1.1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji kaynakları, başka bir enerji kaynağına dönüştürülüp dönüştürülemeyeceğine ve türüne göre sınıflandırılabilir. Dönüştürülebilmelerine göre birincil ve ikincil enerji kaynakları, türüne göre ise yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları olarak ikiye ayrılmaktadır.

1.1.2. Birincil ve İkincil Enerji Kaynakları

Herhangi bir işlem görmeden veya dönüşüme uğramadan doğrudan kullanılabilen kaynaklar birincil enerji kaynakları olarak adlandırılır. Petrol, doğal gaz, kömür ve uranyum gibi kaynaklar birincil enerji kaynaklarına örnek gösterilebilir. Birincil enerji kaynakları; özellikle endüstri, enerji çevrimi, ulaştırma ve konutlarda yaygın bir biçimde kullanılmaktadır (Kızıltan 2010, 4). İkincil enerji kaynakları ise birincil enerji kaynaklarının işlemlerden ve süreçlerden geçirilerek kullanılacak hale gelmesi veya başka bir enerji çeşidine dönüştürülmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Elektrik enerjisi, benzin, mazot ve hava gazı gibi kaynaklar ikincil enerji kaynaklarıdır.



Şekil 4. 2021 Yılı Dünyadaki Enerji Kaynakları Tüketimi
Kaynak: (“U.S. Energy Information Administration” t.y.; “BP Statistical Review of World Energy” 2022, 9).

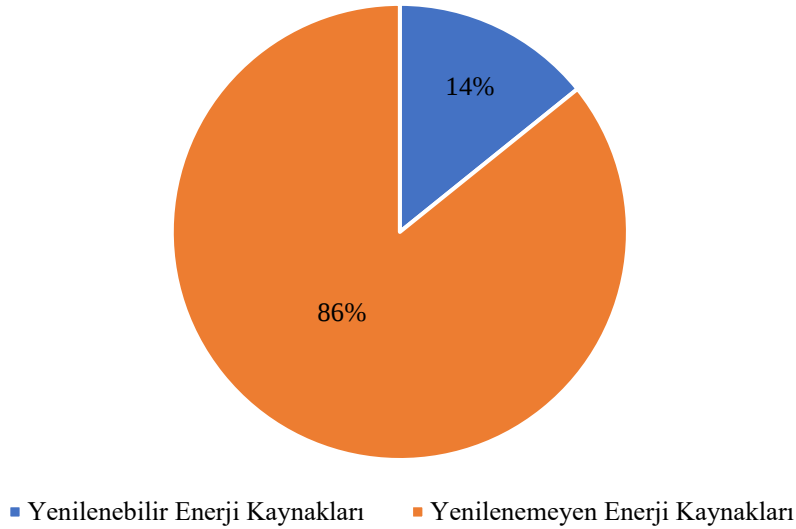
Şekil 4. incelendiğinde birincil enerji kaynakları payının ikincil enerji kaynaklarına göre çok daha fazla olduğu görülmektedir. Birincil enerji kaynakları olarak en çok kullanılan petrol, kömür ve doğal gazın yenilenemeyen enerji kaynakları olduğu göz önüne alındığında bu kaynakların tükenmesi halinde mal ve hizmet üretiminin bu durumdan büyük oranda etkileneceği tahmin edilmektedir. Bu durum da insanların yaşam kalitelerinin düşmelerine neden olacaktır.

1.2.3. Yenilenebilir ve Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Doğada sürekli var olan ve kendini yenileyebilen kaynaklara yenilenebilir enerji kaynakları adı verilmektedir. Güneş, rüzgar, hidrolik, hidrojen, biyokütle ve jeotermal enerji yenilenebilir enerji kaynakları arasındadır. Yenilenebilir enerji kaynakları, çevre dostu olması ve tükenme tehlikesi yaşamaması nedeniyle yenilenemeyen enerji kaynaklarına alternatif olarak gösterilmektedir. Özellikle topraklarında yeterince fosil kaynakları olmayan ve bu nedenle dışa bağımlı olan ülkeler için yenilenebilir enerji kaynakları oldukça önem taşımaktadır. Ancak yenilenebilir enerji kaynaklarının başlangıç maliyetleri, yenilenemeyen enerji kaynaklarına

göre daha yüksektir (Konca 2018, 8). Bu nedenle, ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarını yenilenemeyen enerji kaynaklarına göre daha az tercih etmektedir.

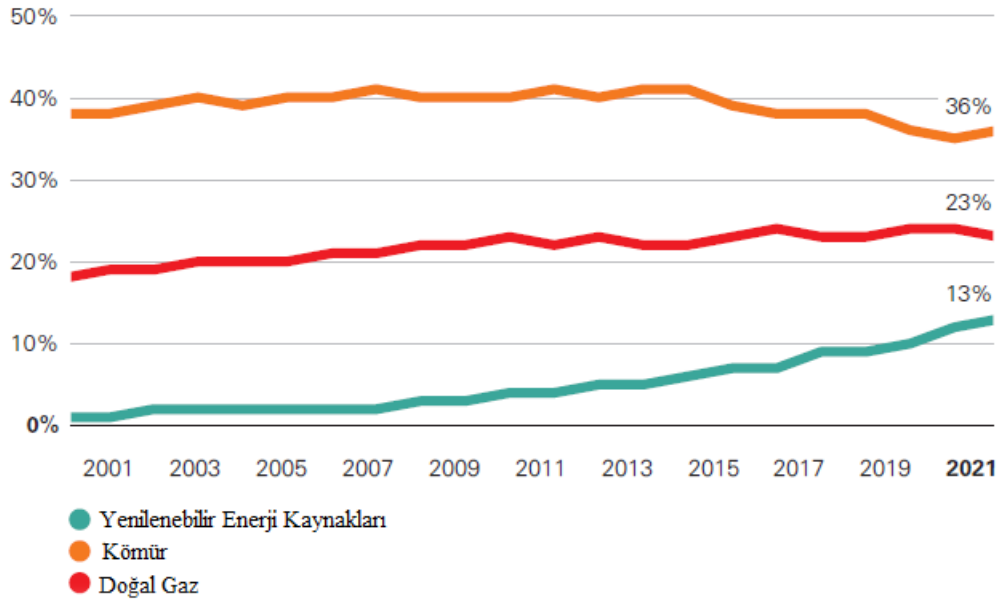
Yenilenemeyen enerji kaynakları, milyonlarca yıl boyunca bitki ve hayvan kalıntılarının ısı ve baskı altında kalması sonucunda uzun sürede oluşan enerji kaynaklarıdır. Petrol, kömür ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynaklarındandır. Kısa sürede kendini yenileyemeyen bu kaynaklar, günümüzde sınırlı sayıdadır ve aşırı tüketim sonucunda tükenme tehlikesiyle karşı karşıyadır.



Şekil 5. Enerji Kaynağı Türüne Göre Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (2022 Yılı)
Kaynak: ("Statistical Review of World Energy" 2023).

Şekil 5.'te görüleceği üzere 2022 yılındaki veriler dikkate alındığında birincil enerji tüketiminde yenilenemeyen enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynaklarına göre daha fazla kullanılmaktadır. Bu durumun nedenlerinden biri, yenilenemeyen enerji kaynaklarının enerji maliyetinin daha düşük olmasıdır (Konca 2018, 7). Ayrıca yenilenemeyen enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynakları gibi hava olaylarından etkilenmemektedir. Ancak yenilenemeyen enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynaklarının aksine doğa dostu değildir ve çevreye önemli derecede zarar vermektedir. Bu nedenle, yenilenemeyen enerji kaynaklarının hem

dünyada sınırlı sayıda olması hem de çevreye zarar vermesi sebebiyle günümüzde devletler eskisine nazaran yenilenebilir enerji kaynaklarına daha çok yatırım yapmaya başlamıştır.



Şekil 6. Kaynaklara Göre Küresel Elektrik Enerjisi Üretiminin Payı
Kaynak: (“BP Statistical Review of World Energy” 2022, 6).

Şekil 6.’da görüldüğü gibi 2009 yılından sonra yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel elektrik enerjisi üretimindeki payı giderek artmaya başlamış ve 2021 yılında %13’lük seviyeye ulaşmıştır. Kömür ve doğal gazın üretimi ise 2021 yılında önceki yıllara nazaran düşmüştür.

1.2. ENERJİ GÜVENLİĞİ

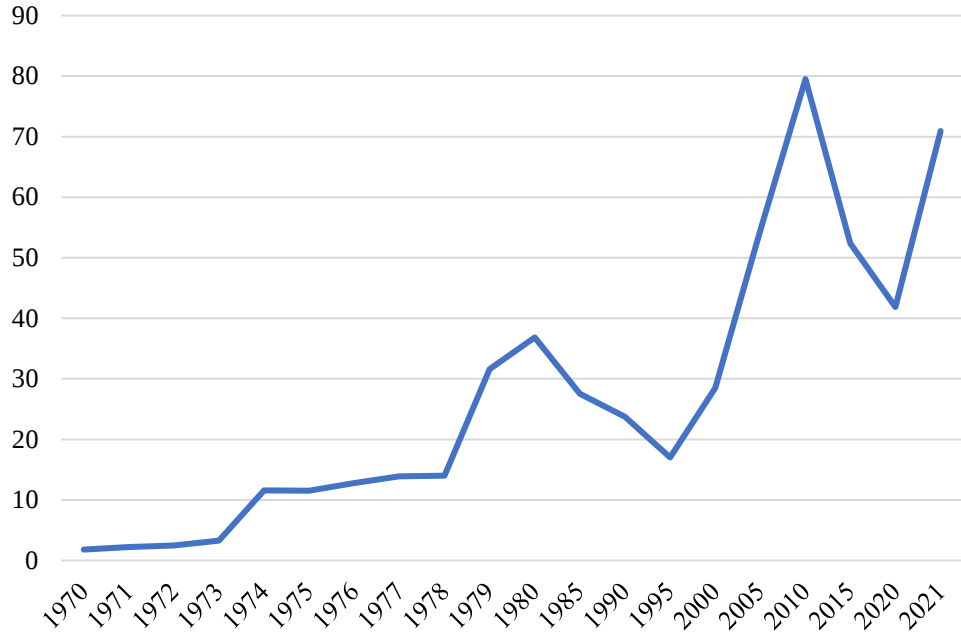
Günümüzde enerji, toplumların ekonomik büyümesini önemli derecede etkileyen temel kaynaklardan biridir. Enerjinin olmadığı bir dünyada yiyecek, içecek, tekstil, ulaşım ve iletişim gibi günümüzde hayatımızı idame ettirmemizi sağlayan veya kolaylaştıran bütün olanaklardan yoksun kalırız. Dolayısıyla enerji; bir toplumun ömrünü, refahını ve gelişimini önemli derecede etkilemektedir. Özellikle sanayi devriminden sonra enerjinin önemi toplumlar nezdinde

artmıştır. Devletler daha çok üretim yapabilmek ve ekonomik olarak büyüebilmek için enerji kaynaklarını kullanmışlardır.

Dünyada fosil yakıtlar, geçmişte de günümüzde de en çok tercih edilen enerji kaynaklarıdır. Ancak fosil yakıtların belirli devletlerin elinde olması, tükenebilir olması ve fiyatlarının belirli olaylardan etkilenerek istikrarsızlaşması enerji güvenliği kavramının ortaya çıkmasına yol açmıştır. En önemli kaynak olarak fosil yakıtların yakın bir gelecekte de kullanılmaya devam edilecek olması, enerji güvenliği kavramının sürekli gündemde olmasına neden olmuştur. Nüfus artışı ve büyümeye bağlı olarak enerji talebi artmaya devam ettikçe de enerji güvenliği gündemdeki yerini korumaya devam edecektir (Erdal ve Karakaya 2012, 107).

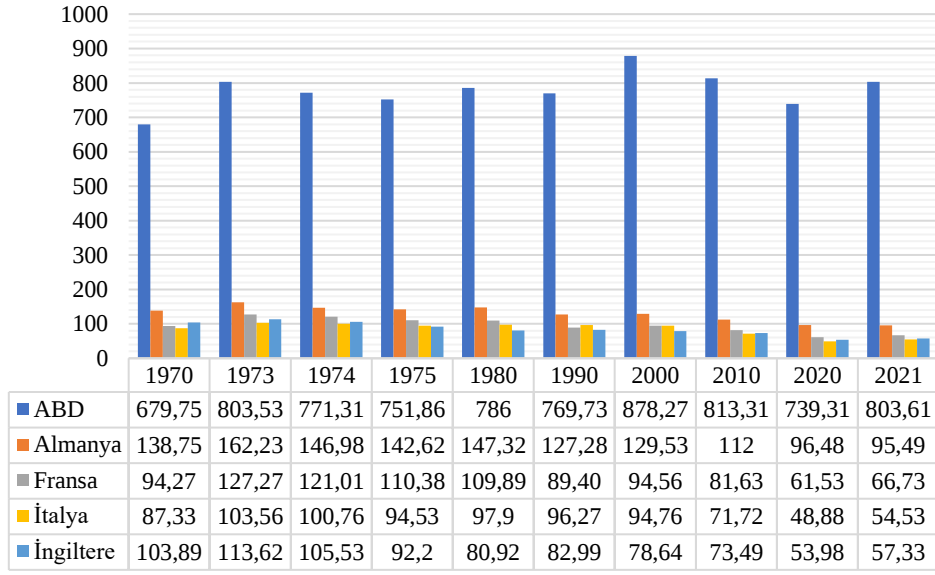
Enerji güvenliği, potansiyel enerji kaynaklarının tükenme olasılığından çok var olan kaynaklara ulaşılamamasını enerji arzı riski olarak görmektedir. Bu durumun nedenlerinden biri, enerji kaynaklarının dünya üzerinde eşit bir şekilde dağılmaması olarak gösterilebilir. Özellikle günümüzde yaygın bir şekilde kullanılan fosil yakıtların, belirli ülkelerin ellerinde olması bu kaynakları ithal eden devletlerin enerji güvenliğini riske sokmaktadır (Erdal ve Karakaya 2012, 108). 1973 yılında OPEC'in petrol arzı ve fiyatları üzerinde verdiği karar bu durumu örnekler niteliktedir.

OPEC; İran, Kuveyt, Suudi Arabistan, Venezüella ve Irak tarafından 16 Eylül 1960 yılında kurulmuştur. Günümüzde OPEC'e üye 13 ülke bulunmaktadır. OPEC, üye ülkelerin petrol politikalarını koordine etme, uyumlaştırma ve petrol piyasasının istikrarını koruma amaçlarıyla kurulmuştur. İlk başlardaki gücü zayıf olan OPEC'in etkisi zamanla artmaya başlamış ve politikaları tüm dünyayı etkileyecek boyuta ulaşmıştır (Demir 2008, 232). Örneğin, 1973 yılında Arap-İsrail savaşı sonucunda OPEC'in İsrail'i destekleyen Batılı devletlere karşı petrol ambargosu uygulaması sonucunda brent petrol varili fiyatı 3,29 ABD dolarından 11,58 ABD dolarına çıkmış ve tüm dünya bu dalgalanmalardan etkilenmiştir.



Şekil 7. Varil Başına Düşen Brent Petrol Fiyatları (ABD Doları)
Kaynak: ("BP Energy Charting Tool" t.y.).

Şekil 7.'de 1970-1973 yılları arasında tek haneli olan petrol varili fiyatlarının 1974 ve 1975 yıllarında iki haneye çıktığı görülmektedir. Petrol fiyatlarındaki bu artış, petrol tüketiminin de bu yıllarda görece azalmasına neden olmuştur.



Şekil 8. Gelişmiş Ülkelerin Petrol Tüketimi (Milyon Ton)
Kaynak: ("BP Energy Charting Tool" t.y.).

Şekil 8.'de 1974 ve 1975 yıllarında ABD, Almanya, Fransa, İtalya ve İngiltere'nin petrol tüketiminin önceki yıllara nazaran azaldığı anlaşılmaktadır. Tüketimi diğer enerji kaynaklarına göre fazla olan bir enerji kaynağının herhangi bir kriz nedeniyle tüketiminin azalması, eğer yerine başka bir enerji kaynağı konulamazsa ilgili devletin enerji maliyetlerinin artmasına neden olabilir ve enerji akışında sorunlar yaşamasına yol açabilir. Örneğin, 1973 yılında yaşanan petrol krizi, gelişmiş Batılı devletlerin önemli derecede ekonomik sorunlar yaşamasına sebebiyet vermiştir.

Tablo 1. Gelişmiş Ülkelerin Gayri Safi Yurtiçi Hasılası Büyüme Oranı (%)											
Ülke	Yıllar										
	1971	1972	1973	1974	1975	1980	1990	2000	2010	2021	2022
ABD	3,29	5,26	5,65	-0,54	-0,21	-0,26	1,89	4,08	2,71	5,95	2,06
Fransa	5,32	4,51	6,34	4,3	-0,96	1,58	2,92	3,92	1,95	6,82	2,56
Almanya	3,13	4,3	4,78	0,89	-0,87	1,41	5,26	2,91	4,18	2,63	1,79
İngiltere	3,50	4,32	6,52	-2,48	-1,47	-2,03	0,73	4,09	2,43	7,60	4,10
İtalya	1,82	3,69	7,13	5,50	-2,09	3,43	1,99	3,79	1,71	6,99	3,67

Kaynak: ("Data Bank: World Development Indicators" 2023).

1973 yılındaki krizin ABD, Fransa, Almanya, İngiltere ve İtalya'yı ekonomik olarak ne derecede etkilediği Tablo 1.'de net bir şekilde görülmektedir. Tabloya göre ABD, Fransa, Almanya, İngiltere ve İtalya'nın gayri safi yurtiçi hasılasının büyüme oranlarında 1974 ve 1980 yılları arasında ciddi bir düşüş yaşadığı anlaşılmaktadır. Buradan, enerji arzında yaşanacak herhangi bir kesintinin devletleri ekonomik açıdan zor bir duruma sokabileceği sonucu çıkarılabilir. Böyle bir duruma düşmemek için devletler, enerji güvenliklerini sağlama almalıdır. Bu nedenle 1973 yılındaki kriz sonrasında devletler alternatif enerji kaynakları kullanmak gibi enerji güvenliklerini artırıcı önlemler almaya başlamıştır. Ayrıca enerji güvenliği konusunda tekrar sorun yaşamamak amacıyla 1974 yılında Uluslararası Enerji Ajansı (IEA) kurulmuştur. IEA'nın misyonu, hükümetler ve şirketlerle işbirliği içerisinde çalışarak enerji güvenliğini ve enerji akışının sürekliliğini sağlamak olarak belirlenmiştir.

Enerji güvenliği, ekonomik büyümesini gerçekleştirmek isteyen ancak enerji kaynakları açısından dışarıya bağımlı olan ülkeler için enerji kaynağının makul fiyatlı ve enerji arzının ise istikrarlı olması anlamına gelmektedir. Enerji kaynaklarını ihraç eden ülkeler için ise enerji kaynağının düzenli ve ekonomik bir şekilde üretilmesi ve ihraç edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Yoon 2022, 100). Diğer bir deyişle, enerji kaynaklarını ithal eden ülkeler, enerji kaynaklarına kesintisiz ve makul fiyatta ulaşabilirse enerji güvenliklerini artırabilirler. Enerji kaynaklarını ihraç eden ülkeler ise, enerji kaynaklarını düzenli ve ekonomik bir şekilde üretebiliyorsa ve güvenli bir şekilde ithal eden ülkeye ulaştırabiliyorsa enerji güvenliklerini sağlayabilirler. Bunların dışında, her iki tarafın da enerji güvenliğini sağlaması için benzer şekilde kaynak ve ülke çeşitlendirmesine gitmesi gerekmektedir. Enerji ithal eden ülkeler, yenilenebilir veya diğer enerji kaynaklarını kullanarak enerji çeşitliliğini artırmalıdır. Böylelikle, fosil yakıt tedarikinde sorun çıkması durumunda ilgili ülkenin kullanabileceği alternatif enerji kaynakları da mevcut olacaktır. Bu ülkelerin farklı ülkelere enerji kaynağı temin etmeleri de herhangi bir kriz yaşanması durumunda sorunun daha iyi çözülmesini sağlayacaktır. Aynı şekilde enerji ihraç eden ülkeler de enerji kaynaklarını çeşitlendirmeli ve farklı ülkelere enerji ihraç etmelidir. Aksi takdirde, ihracat oranlarında enerji kaynakları büyük bir yer tutuyorsa ve dış ticarete tek bir tip enerji kaynağının ihracatına yoğunlaşıldıysa ileride ilgili enerji kaynağının üretiminin azalması, ülkeleri ekonomik açıdan zor bir duruma sokabilir. Benzer

şekilde, enerji ihracatının önemli bir kısmı tek bir ülke üzerinde yoğunlaşmışsa ilgili ülkeye ihracatın azalması da ülkelerin ekonomik açıdan zarar görmesine neden olacaktır. Bu nedenle, hem ithal hem de ihraç eden ülkeler enerji kaynaklarını ve tedarikçilerini çeşitlendirmelidir.

Sonuç olarak; enerji kaynağının güvenli bir şekilde tedarik edilmesi, yeteri kadar enerji kaynağının mevcut olması, uygun fiyatlı olması ve enerji akışının kesintisiz bir şekilde gerçekleştirilmesi enerji güvenliğinin sağlamasında önemli unsurlardır (Srivastava ve Callahan 2016, 60). Bu faktörleri dikkate alarak ülkeler çeşitli enerji politikaları uygulamışlardır. Örneğin; enerji ithal eden ülkeler farklı ülkelere enerji alımı gerçekleştirerek tek bir ülkeye olan bağımlılığını azaltmaya çalışmıştır. Aynı şekilde enerji ihraç eden ülkeler de çeşitli ülkelerin pazarlarına girmeye çalışmışlardır. Ayrıca, devletler farklı ticaret yolları kullanarak enerji kaynakları akışının devamlılığını sağlamaya çalışmıştır.

1.3. NÜKLEER ENERJİ

Nükleer enerji, atom çekirdeğinin bölünmesi ya da birleştirilmesi sırasında ortaya çıkan enerji olarak tanımlanabilir. Üretilen bu enerji elektrik enerjisine çevrilerek elektrik ihtiyacımızı karşılamamıza yardımcı olur. Ancak nükleer enerjinin kullanım alanları, sadece elektrik enerjisiyle sınırlı değildir. Nükleer enerji; tıp, fizik, tarım, hayvancılık, gıda, inşaat, makine, bilgisayar, yazılım, malzeme gibi mühendislik alanlarının gelişiminde de büyük rol oynamaktadır (İmer ve Dalbudak 2012, 155). Bu nedenle nükleer enerji, enerji çeşitliliğini artırması dışında yüksek teknolojiye de sahip olmamızı sağladığı için önemli alternatif enerji kaynaklarından biri olarak sayılmaktadır.

Nükleer enerjinin nasıl oluştuğunu daha iyi anlayabilmek için ilk önce atom konusunda temel bilgilere sahip olmak gerekmektedir. Atom, bir maddenin kimyasal özelliklerini taşıyan temel yapı taşıdır. Proton, nötron ve elektronlar, atomun oluşmasını sağlayan temel moleküllerdir. Proton ve nötron, atomun merkezinde yer alır ve atomun ağırlığını oluşturur (Güner 2013, 4). Ayrıca proton, pozitif elektrik yüklü bir moleküldür ve diğer protonlar veya elektronlar üzerine

baskı uygulamaktadır. Atom çekirdeğinin etrafında bulunan elektron ise negatif yüklü elektrik taşıırken nötron ne pozitif ne de negatif yüklü elektrik taşır. Proton ve elektron gibi farklı elektrik yükünü taşıyan moleküller birbirlerini çekerken benzer elektrik yükünü taşıyan moleküller birbirlerini itmektedir. Nötron sayesinde benzer elektrik yükünü taşıyan maddeler birbirlerini itmez ve böylelikle atom tek bir bütün halinde kalır. Kısacası, nötron atomun bir arada kalmasını sağlayan yapıştırıcı bir etkiye sahiptir (Ferguson 2011, 8).

Atom içerisindeki bu çekme ve itme kuvveti, nükleer enerjinin oluşumunda büyük rol oynamaktadır. Çünkü bu kuvvetlerin oranına göre çekirdeğin istikrarlı veya istikrarsız olup olmadığı anlaşılır. Eğer nötron sayısı gerekenin altında ya da üstündeyse atom istikrarsız bir niteliğe sahip olur (Güner 2013, 5). Bir atom gerekenden daha az nötrona sahipse atom içerisindeki benzer elektrik yüklü moleküllerin itme gücü baskılanamaz ve bu durum atomun parçalanmasına neden olur. Bir atomun nötron sayısı gerekenden fazla ise de atom içerisindeki çekiş kuvvetinin fazla olması sebebiyle ilgili atom hafif çekirdekli atomlarla birleşir ve bu kuvvetten doğan enerjiyi etrafa yayar. Bu gibi istikrarsız çekirdekler istikrarlı hale gelebilmek için çevreye daha fazla enerji yayarlar (Ferguson 2011, 12). Ortaya çıkan bu enerji atomun parçalanmasını ya da birleşmesini sağlar. Nükleer enerji de bu çekme ve itme kuvvetini kullanarak uranyum maddesi içerisindeki atomların parçalanması ya da birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır.

Uranyum ve toryum, nükleer enerjinin üretiminde kullanılabilecek temel ham maddelerdir. Ancak toryumun dünya üzerinde uranyuma göre daha fazla bulunmasına rağmen günümüzde toryumla çalışan ticari ölçekli nükleer santral bulunmamaktadır. Bunun nedeni, toryumun yüksek radyoaktiviteye sahip olması sebebiyle güvenlik harcamalarını daha maliyetli hale getirmesidir (Ferguson 2011, 39).

Yer kabuğunda ve denizlerde bol miktarda bulunan uranyum, 3 çeşit izotoptan* oluşmaktadır. Bunlar dünya üzerinde en fazla bulunandan en az bulunana kadar sırasıyla; uranyum-238, uranyum-235 ve uranyum-234'tür. Numaralar çekirdeğin içerisinde bulunan aynı miktardaki proton ve farklı sayılardaki nötronların birleşiminden oluşmaktadır. Bir uranyumun içerisinde her zaman 92 tane proton bulunmaktadır. Uranyum-238'in 146, uranyum-235'in 143 ve uranyum-234'ün 142 tane nötronu bulunmaktadır. Uranyum-238, %99,28'lik oranla doğal bir uranyumun büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Bir doğal uranyumun içerisinde uranyum-235, %0,72 oranında bulunurken uranyum-234 ise %0,0054 oranında bulunmaktadır. Nükleer enerji üretimi için en çok tercih edilen madde diğerlerine göre daha kolay parçalanması nedeniyle uranyum-235'dir (Ferguson 2011, 23-24). Ancak uranyum-235'in doğal uranyumun içerisinde az bulunması nedeniyle nükleer enerji elde edebilmek amacıyla uranyum zenginleştirme yöntemleriyle değeri yükseltilmeye çalışılmaktadır.

Uranyum-238, günümüz reaktörlerinde uranyum-235 gibi parçalanarak kullanılmamaktadır. Uranyum-238'in her bir atomu nötron yakalayabildiği için uranyum-238 parçalanabilen plütonyum-239'a dönüşür. Plütonyum-239, uranyum-235 gibi kolayca bölünebilir ancak daha çok nötronu olması nedeniyle uranyum-235'ten daha verimlidir. Nötron sayısının fazla olması nedeniyle reaksiyonun süresi uzamakta ve böylece ortaya daha fazla enerji açığa çıkmaktadır. Bu nedenle, Uranyum-238 hem doğada fazla bulunması hem de verimli olması sebebiyle daha çok tercih edilmektedir. Geleneksel reaktörlerin sağladığı yaklaşık üçte birlik enerji, reaktörlerde üretilen plütonyum-239'un parçalanması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Hore-Lacy 2006, 38).

1.3.1. Nükleer Reaktör Çeşitleri

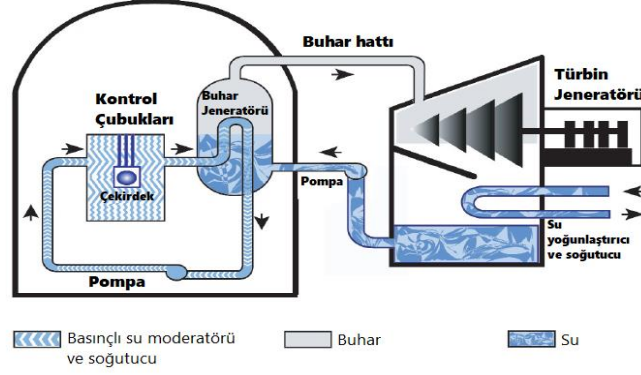
Nükleer enerji santrallerinde, nükleer reaksiyonlar sonucunda üretilen ısı buhara çevrilir. Oluşan buhar, buhar tribünlerini döndürerek elektrik enerjisinin üretilmesini sağlar. Bu yönüyle nükleer enerji santralleri, gaz veya kömürle çalışan diğer enerji santrallerine benzerdir. Ancak

* İzotop, çekirdeğinde aynı miktarda protona sahip olan ancak nötron sayısının farklı olduğu maddelere denilmektedir (Ferguson 2011, 12).

nükleer enerji santrallerinin diğer enerji santrallerinden farkı, yakıt olarak uranyumu kullanmasıdır. Nükleer enerji santrallerinde, uranyumun parçalanması veya birleştirilmesi vasıtasıyla enerji üretimi gerçekleşir. Fakat bu üretim gerçekleştirilirken farklı yöntemler kullanılabilir. Bu yöntem farklılığı nedeniyle ortaya farklı nükleer reaktör çeşitleri çıkmıştır.

Hızlı nötron kullananlar hariç her reaktör tipinde yakıt, soğutucu, moderatör ve kontrol çubukları kullanılmaktadır. Yakıt, nükleer reaksiyonun gerçekleşmesi için kullanılan temel maddedir. Uranyum, neredeyse bütün nükleer santraller tarafından yakıt olarak kullanılmaktadır. Soğutucu, yakıt olarak kullanılan uranyumun parçalanması sonucunda oluşan ısıyı buhar makinesine taşıyan gaz veya sıvıdır. Moderatör, bölünme sırasında ortaya çıkan nötronları yavaşlatma amacıyla kullanılmaktadır. Moderatör kullanılmasının nedeni eğer nötronlar moderatörler aracılığıyla yavaşlatılırsa nötronların atom çekirdeğini vurma şansı yükselir ve ortaya daha fazla enerji açığa çıkar. Genellikle moderatör olarak su kullanılmaktadır. Hızlı nötron kullananlar moderatör kullanmamaktadır. Kontrol çubukları, enerji üretimini kontrol etme ve eğer gerekirse üretimi sonlandırmak amacıyla kullanılmaktadır (Güner 2013, 7).

Moderatör kullanan reaktörler termal reaktör olarak adlandırılmaktadır. Ticari reaktörlerin çoğu günümüzde termal reaktörlerdir. Bu reaktör tipleri, genellikle nötronları yavaşlatmak ve reaktör çekirdeğini soğutmak amacıyla moderatör olarak su kullanılmaktadır (Ferguson 2011, 42). Bu reaktörlerden biri basınçlı su reaktörleridir. Günümüzde dünyada toplam 347 tane olan basınçlı su reaktörleri en çok kullanılan nükleer reaktörlerdendir (“In Operation & Suspended Operation Reactors” 2023). Şekil 9.’da görüleceği üzere basınçlı su reaktörlerinin 2 farklı su döngüsü kullanılmaktadır. İlk döngüde su, reaktör çekirdeğinin etrafında dolaşır. Ancak bu sırada yüksek derecelere kadar ısınan suyun kaynamasını engelleyecek derecede basınç uygulanır. Bu döngüdeki sıcak suyun ısısı, buhar üretmek amacıyla ikinci döngüdeki suya transfer edilir. Üretilen buhar, tribünleri döndürdükten sonra elektrik üretilir ve buhar yeniden suya dönüştürülerek yeni bir döngünün başlaması sağlanır (Ferguson 2011, 44-45).



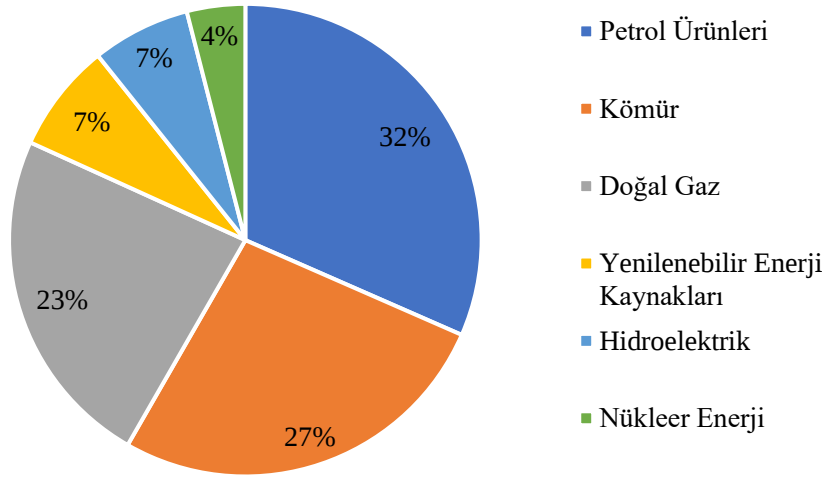
Şekil 9. Basınçlı Su Reaktörü
Kaynak: (Hore-Lacy 2006, 39).

Kaynayan su reaktörleri de termal reaktörlerdir. Ancak kaynayan su reaktörleri, basınçlı su reaktörlerinin aksine enerji üretirken tek bir su döngüsü kullanmaktadır. Bu çeşit reaktörlerde; nükleer reaksiyon sonucunda ortaya çıkan ısı, reaktör çekirdeğinin etrafında dolaşan suya aktarılır. Çekirdek içerisindeki derece ve basınç, suyun kaynamasını ve böylelikle buharın oluşmasını sağlar. Buhar, tribünlerin dönmesine neden olur ve bunun sonucunda elektrik üretilir. Daha sonra, buhar yeniden suya dönüşür ve yeni bir döngü başlar (Taylor ve Roger 2011, 169-170).

Hızlı nötron reaktörleri, atomu parçalayabilmek için yüksek enerjili nötronlar kullanmaktadır. Bu nedenle, bu reaktörler moderatör kullanmazlar ancak çekirdeğin erimesini önlemek ve jeneratörde elektrik üretmek amacıyla nükleer reaksiyonlar sonucunda ortaya çıkan ısıyı transfer etmek için soğutucu kullanmaktadırlar. Hızlı nötronların uranyum-235'in parçalanmasını zorlaştırması nedeniyle hızlı nötron reaktörleri, yüksek derecede zenginleştirilmiş uranyuma, plütonyuma ve diğer parçalanabilen maddelere ihtiyaç duymaktadır. Hızlı nötron reaktörlerinin çok sayıda güvenlik problemlerinin olması ve termal reaktörlerin hızlı nötron reaktörlerine göre daha ucuz olması nedeniyle günümüzde halen daha çalışan çok az hızlı nötron reaktörleri bulunmaktadır (Ferguson 2011, 46).

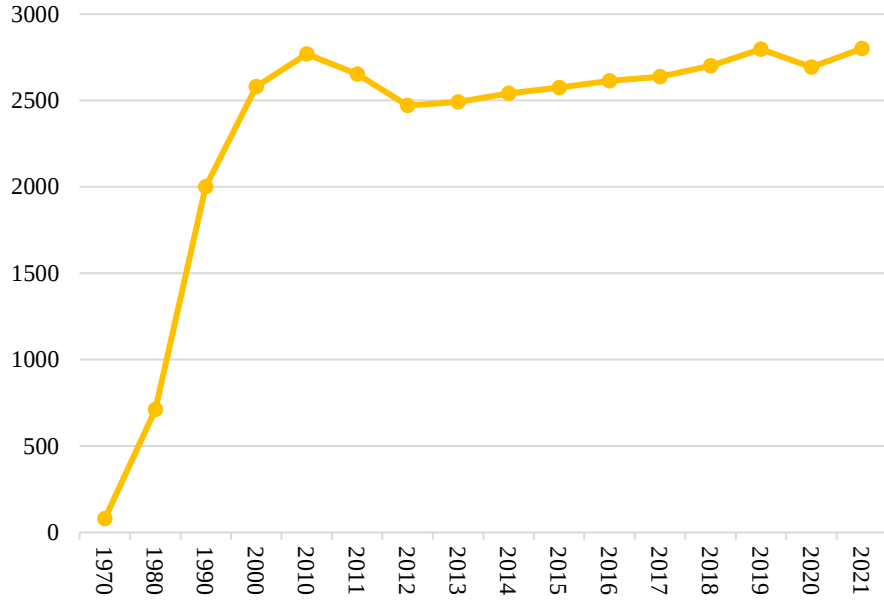
1.3.2. Dünyada Nükleer Enerji

II. Dünya Savaşı sonrasında nükleer teknolojinin enerji üretiminde kullanılması üzerine yapılan çalışmalar artmış ve ilk ticari nükleer güç santrali 1954 yılında Sovyetler Birliği'nde kurulmuştur. Daha sonra İngiltere (1956) ve ABD (1957) nükleer güç santralleri inşa etmiştir (Fischer 1997, 143). Zamanla dünyadaki daha birçok ülke nükleer güç santrallerine sahip olmak için gerekli adımlar atmıştır. Günümüzde aktif nükleer güç santraline sahip toplam 32 ülke bulunmaktadır. Dünyada aktif olarak çalışan nükleer reaktör sayısı ise 410'dur ("In Operation & Suspended Operation Reactors" 2023).



Şekil 10. Kaynaklara Göre Dünyadaki Birincil Enerji Tüketimi (2022 Yılı)
Kaynak: ("Statistical Review of World Energy" 2023, 9).

Şekil 10.'a göre 2022 yılında %32 oranıyla petrol, %27 oranıyla kömür ve %23 oranıyla doğal gaz dünyadaki birincil enerji tüketimi içerisinde ilk sıralarda yer alırken, nükleer enerji %4'lük oranla sonuncu sırada bulunmaktadır. Nükleer enerji, her ne kadar halen daha fosil yakıtların arz kapasitesine henüz yetişemese de Şekil 11.'de görüleceği üzere nükleer enerjinin toplam dünya enerji arzındaki payının 1970-2021 yılları arasında genel olarak giderek arttığı görülmektedir. 2011 yılında Japonya'da yaşanan Fukushima Daiichi Nükleer Güç Santrali'ndeki kazadan sonra nükleer enerji arzında bir müddet gerileme yaşanmış, ancak daha sonra tekrar yükselişe geçmiştir.



Şekil 11. 1970-2021 Yılları Arası Nükleer Enerjinin Toplam Dünya Enerji Arzındaki Payı
Kaynak: (“BP Energy Charting Tool” t.y.).

2019 yılı verisine göre dünyadaki toplam elektrik enerjisi üretiminde nükleer enerjinin payı %10,3’tür (“Key World Energy Statistics 2021” 2021, 19). 2022 yılında nükleer enerjinin toplam elektrik üretimi içerisinde en yüksek olduğu ülke Tablo 2.’de görüleceği üzere %62,6’lık oranla Fransa’dır. 93 reaktörüyle dünyanın en fazla reaktörüne sahip olan ABD ise toplam elektrik üretiminin %18,2’lik kısmını nükleer enerjiden karşılamaktadır. Elektrik üretimindeki nükleer enerji payı Fransa gibi diğer ülkelere göre düşük olmasına rağmen ABD, 772,22 GWh’lik elektrik arzıyla nükleer enerjiden elektrik üreten diğer ülkeler arasında ilk sırada yer almaktadır.

Tablo 2. Nükleer Güç Santrali Bulunan Ülkelerin Aktif Reaktör Sayısı, Elektrik Üretimindeki Nükleer Enerji Payı ve Nükleer Enerjiden Üretilen Elektrik Arzı (2022 Yılı)

Ülke	Aktif Reaktör Sayısı	Elektrik Üretimindeki Nükleer Enerjinin Payı	Nükleer Enerjiden Üretilen Elektrik Arzı (GWh)
Fransa	56	62,6	282,09
Slovakya	4	59,2	14,83
Macaristan	4	47	14,95
Belçika	7	46,4	41,74
Slovenya	1	42,8	5,31
Çek Cumhuriyeti	6	36,7	29,31
İsviçre	4	36,4	23,17
Finlandiya	5	35	34,24
Bulgaristan	2	32,6	15,78
Ermenistan	1	31	2,63
Güney Kore	25	30,4	167,51
İsveç	6	29,4	50,01
İspanya	7	20,3	56,15
Rusya	37	19,6	209,51
Romanya	2	19,4	10,22
ABD	93	18,2	772,22
Pakistan	6	16,2	22,21
İngiltere	12	14,2	43,6
Kanada	19	12,9	81,71
Belarus	1	11,9	4,41
Tayvan	3	9,1	22,91
BAE	3	6,8	19,3
Japonya	10	6,1	51,9
Almanya	3	5,8	31,89
Arjantin	3	5,4	7,46
Çin	54	5	395,35
Güney Afrika	2	4,9	10,12
Meksika	2	4,5	10,53
Hollanda	1	3,3	3,93
Hindistan	19	3,1	41,97
Brezilya	2	2,5	13,74
İran	1	1,7	6

Kaynak: ("Nuclear Share of Electricity Generation in 2022" 2023).

Tablodaki en ilgi çekici nokta; Slovakya, Macaristan, Belçika ve Slovenya'nın elektrik üretimindeki nükleer enerji paylarının yüksek olmasıdır. Bu ülkelerin diğer ülkelere nazaran daha düşük sayıda reaktörü olmasına rağmen böyle bir orana sahip olmasının nedeni, nüfus yoğunluklarının az olmasından kaynaklanmaktadır. Düşük seviyeli nüfus, toplam elektrik tüketiminin belirli bir seviyenin üstüne çıkmasını engellemektedir. Örneğin, 67.7 milyonluk nüfusuyla Fransa'nın 2022 yılı kişi başı elektrik enerjisi tüketimi 6.300 kWh iken 11.7 milyon nüfusa sahip Belçika'nın ise 6.700 kWh'dir ("France Energy Information" t.y.; "Belgium Energy Information" t.y.). Eğer Belçika'nın nüfusu Fransa'ya yakın olsaydı kişi başı elektrik enerjisi tüketimi oranı çok daha az olacaktı ve büyük ihtimalle elektrik enerjisine olan talep tam anlamıyla karşılanamayacaktı. Bu nedenle Belçika, nükleer enerji gibi enerji kaynaklarına daha çok yatırım yapacaktı. Dolayısıyla, nüfuslarının az olması nedeniyle az miktardaki reaktör tarafından üretilen elektrik, bu ülkelerdeki elektrik ihtiyacının çoğunun karşılanmasına olanak sağlamaktadır.

Sonuç olarak, nükleer enerji Çernobil Nükleer Santrali, Three Mile Island ve Fukushima Daiichi gibi yerlerde yaşanan kazalar nedeniyle dönem dönem gerileme yaşasa da belirli süre sonrasında tekrar yükselişe geçmiştir. Çünkü, nükleer enerji tüm devletlerin enerji arz güvenliklerini sağlama alabileceği önemli bir alternatif enerji kaynağıdır. Doğal gaz ve petrole sahip olan Rusya gibi ülkeler bile birden fazla alternatif kaynağa sahip olmak amacıyla nükleer enerjiye yatırım yapmıştır. Böylece, bu türlü ülkelerin fosil yakıt piyasasında herhangi bir problem yaşanması durumunda ikame edebilecekleri başka bir enerji kaynağı olacaktır.

1.3.3. Nükleer Enerjinin Avantajları ve Dezavantajları

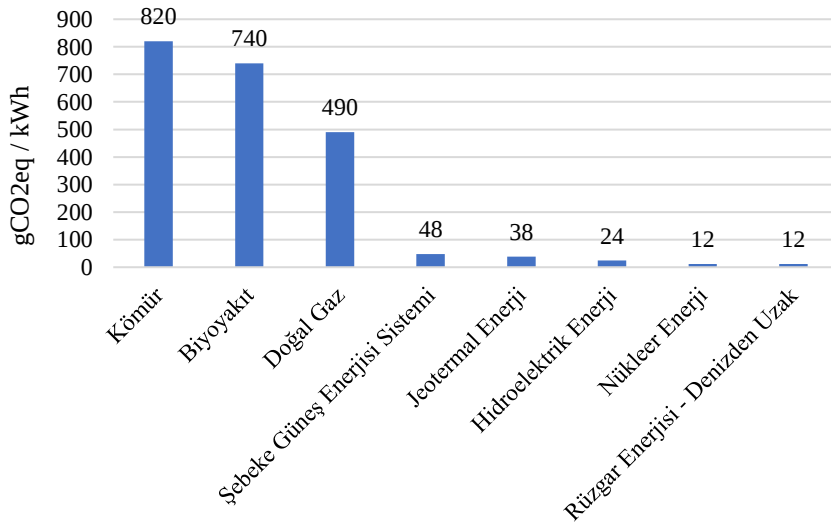
Günümüzde nüfusun artması ve teknolojinin gelişmesi, devletlerin tek bir enerji kaynağına bağımlı olmasını engellemektedir. Devletler, enerji arzında yaşanacak herhangi bir sorunu daha hafif atlatmak amacıyla enerji sepetinin içindeki çeşitleri çoğaltmaktadır. Nükleer enerji bu aşamada en önemli alternatif enerji kaynağı olarak ortaya çıkmaktadır. Ancak nükleer enerjinin tüm enerji kaynaklarında olduğu gibi avantajlarının yanında dezavantajları da bulunmaktadır.

Nükleer enerji santralleri denildiğinde akla ilk gelen dezavantajlardan biri, yüksek yatırım maliyetleridir. Yüksek güvenlik tedbirleri, gelişmiş teknolojilerin kullanılması ve yetkin personel gerekliliği nedeniyle diğer enerji santrallerine göre nükleer enerji santrallerinin kurulum maliyetleri daha fazladır. Diğer yandan, nükleer enerji santrallerinde yakıt olarak kullanılan uranyum; diğer enerji santrallerinde kullanılan kömür, petrol ve doğal gaz gibi yakıtlara göre daha fazla enerji üretilmesini sağlamaktadır. Örneğin tek bir uranyum atomu parçalanınca ortaya çıkan enerji; kömür, petrol ve doğal gaz yandığında ortaya çıkan enerjiden 2 milyon kat daha fazladır. Bu nedenle, nükleer enerji santrallerinde diğer enerji santrallerine göre daha az yakıt kullanılmaktadır. Bu duruma örnek vermek gerekirse, 1000 megavatlık kömür yakıtlı termik santralin günümüzde her 18 ayda bir 110 vagonluk kömüre ihtiyacı olmaktadır. Aynı güçteki nükleer enerji santralleri için ise tek bir tır dolusu yakıt yeterli olmaktadır (Lehr 2011, xi). Dolayısıyla, daha düşük yakıt kullanımı yakıt maliyetini azaltmaktadır. Azalan maliyetler de enerji üretimine yansımakta ve daha ucuz enerji üretilmesine olanak sağlamaktadır.

Kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtların enerji üretimi sırasında hem yüksek miktarlarda kullanılması hem de fiyat istikrarsızlıklarından beslenmesi, nükleer enerjinin enerji fakiri olan devletler tarafından alternatif enerji kaynağı olarak tercih edilmesine yol açmıştır. Bunun yanında, nükleer enerjinin sürdürülebilir özelliği de devletlerin bu alana yatırım yapmasını sağlamıştır. Uranyumun dünyada fosil yakıtlara nazaran daha fazla olması ve kolay bir şekilde düşük maliyetlerle büyük miktarlarda depolanması, nükleer enerji üretiminin ham madde kaynaklı kesintiye uğramasını engelleyebilmektedir. Doğalgaz ve petrol gibi fosil yakıt rezervleri ise Rusya ve ABD'nin kontrolünde olan siyasi, ekonomik ve sosyolojik istikrarsızlıklar içerisinde bulunan Ortadoğu coğrafyasında yoğunlaşmıştır. Ayrıca, bu rezervler çoğunlukla ihtiyaç duyulan piyasalara uzak bir konumda yer almaktadır. Bu nedenle fosil yakıtların enerji arzı, her an kesilme tehlikesiyle karşı karşıyadır (Ehliz 2020, 96). Uranyumun bu türlü coğrafi ve siyasi kısıtları olmaması nedeniyle nükleer enerji üretiminde yakıt kaynaklı ortaya çıkabilecek enerji arzı sorunu, diğer fosil yakıtlara göre oldukça daha az olacaktır.

Nükleer enerjinin yenilenebilir enerji kaynaklarının aksine iklim olaylarından etkilenmeden sürekli bir şekilde enerji üretmesi de önemli avantajlarından birini oluşturmaktadır. Örneğin, rüzgar türbinlerinin enerji üretmesi rüzgarların şiddetine bağlıyken nükleer enerji üretiminde rüzgara, güneşe ya da yağmura ihtiyaç duyulmamaktadır (Konca 2018, 97). Böylelikle nükleer enerji arzı, herhangi bir kesintiye uğramaksızın devam etmektedir. Ayrıca, nükleer enerjiden sadece elektrik üretilmemektedir. Nükleer enerji sayesinde; tıp, tarım, savunma ve uzay gibi sektörlerde hayatı kolaylaştıran ve verimliliği artıran yüksek teknolojili ürünlere sahip olunabilmektedir. Bu teknoloji sayesinde devletlerin gelişmişlik seviyesi artabilmekte ve teknoloji ve ürün ihracatı yapılabilir.

Küresel ısınmanın gün geçtikçe hayatımızı etkilemeye başlamasıyla birlikte devletler nükleer enerji gibi karbon emisyonu daha az olan enerji kaynaklarına dikkatlerini yöneltmişlerdir. Nükleer enerjinin karbon salınımı; kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlara göre çok azdır. Hatta Şekil 12.'de görüleceği üzere nükleer enerjinin karbon salınımı bazı yenilenebilir enerji kaynaklarıyla neredeyse aynıdır.



Şekil 12. Enerji Kaynaklarının Yaşam Döngüsü Boyunca Ortalama Sera Gazı Salınımı
Kaynak: (Bruckner vd. 2014, 1335).

Ayrıca herhangi bir kaza yaşanmadığı sürece nükleer enerji santrallerinin diğer enerji santrallerine göre çevreye verdiği zarar daha azdır. Örneğin; rüzgar enerjisi için kurulan türbinler kuş sürülerini öldürebilir, hidroelektrik santraller hem yüksek maliyetlere neden olabilir hem de sular altında kalan bitki ve hayvan topluluğunun yaşam alanlarını engelleyebilirler ve kömür santrallerinin ürettiği diğer gazlar ise asit yağmurlarına neden olabilir (Konca 2018, 96-97). Buna karşın, nükleer enerji santralleri ise normal operasyon sırasında radyoaktiviteye sahip katı, sıvı ve gazların çevreye sızmasına neden olabilir. Hatta nükleer enerji santrallerindeki yoğunlaştırıcı soğutma suyunun denizlere veya göllere boşaltılmasının orada bulunan canlılar üzerinde etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir. Fakat, nükleer enerji santrallerinde ortaya çıkan emisyonlar ve boşaltımların hepsi sıkı düzenlemelere tabiidir. Bu emisyonlar ve boşaltımların çevreye ve insanlara zarar vermeyecek şekilde radyoaktiviteye sahip olup olmadığı kontrol edilerek işlemler gerçekleştirilmektedir (“Nükleer Enerji ve Türkiye” 2017, 62).

Nükleer enerjinin çevreye verdiği zararın yanında uranyum madenciliğinden enerji üretimi sürecine kadar insan sağlığı açısından da olumsuz etkileri olduğu ifade edilmektedir. Uranyum maddesinin radyoaktivitesi fazla olmasa da içerisinde uranyumun da bulunduğu maden cevheri oldukça tehlikeli olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, cevher içerisindeki uranyumun diğer elementlerden ayrıştırılması sırasında radyum gibi oldukça radyoaktif materyaller ortaya çıkar (Hore-Lacy 2006, 56). Bu materyallerin solunması, akciğer kanseri gibi rahatsızlıklara neden olabilir. Ancak uranyum madenciliğinin azalması ve gelişmiş madencilik teknikleri ve havalandırmalar sayesinde işçi başına maruz kalınan radyasyon dozu, 1970 yılından itibaren 4.4 mSv seviyelerinden 1 mSv'lere kadar düşmüştür (Cohen-Unger ve Evrensel 2016, 41). Bunun dışında, nükleer enerji santrallerinde çalışanlar ve nükleer enerji santralleri yakınında yaşayan insanlar da radyasyona maruz kalabilmektedir. Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu'na (ICRP) göre işi gereği radyasyona maruz kalanların tüm vücutları için yıllık maksimum radyasyon limiti 50 mSv'dir. 5 yılın ortalaması alındığında ise bu kişilerin radyasyon seviyesi yıllık 20 mSv'yi geçmemelidir. Halkın maksimum radyasyon dozu limiti ise yıllık 1 mSv'dir (“Dose Limits” 2019). Nükleer enerji santrallerinin yakınında yaşayan birinin bir yılda ortalama maruz kaldığı radyasyon dozu 0.0001 mSv civarındadır (Cohen-Unger ve Evrensel

2016, 41). Bu durumda, ilgili kişinin yıl içerisinde maruz kaldığı radyasyon, ICRP'nin belirlediği maksimum radyasyon limitlerinin oldukça aşağısında kalmaktadır. Bir uçak mürettebatının yıl içerisinde yaklaşık 50 mSv'lik radyasyona maruz kaldığı düşünülürse nükleer enerjiden kaynaklanan radyasyon dozu oldukça azdır (Hore-Lacy 2006, 117).

Nükleer enerji santralleriyle ilgili en büyük endişelerden bir diğeri, radyoaktif atıklardır. Radyoaktif atıklar; içindeki radyoaktif maddelerin miktarına ve türlerine göre düşük, orta ve yüksek dereceli atıklar olarak üçe ayrılmaktadır. Düşük seviyeli radyoaktif atıklar; genel olarak radyasyona maruz kalan temizlik malzemeleri, eldivenler, araçlar ve kıyafetler gibi materyallerden oluşmaktadır. Orta dereceli atıklar; reaktör çalıştırılırken ortaya çıkan kimyasal atıkları ve sökülen reaktörlerin radyoaktif parçalarını içerir (Hore-Lacy 2006, 76-78). Yüksek dereceli atıklar ise reaktörün içerisinde gerçekleşen nükleer reaksiyon sonucunda oluşan kullanılmış yakıtlardan meydana gelir. Bu atıkların büyük bir kısmı kısa bir süre içerisinde çürürken kalan kısmın çürümesi on yıllar ya da hatta bin yıllar sürebilir (Ferguson 2011, 190).

Radyoaktif atık yönetimiyle ilgili genel olarak üç yöntem izlenir: yoğunlaştırıp stoklamak, etkisini azaltıp çevreye yaymak ve bekletip çürümesini sağlamak. İlk iki yöntem radyoaktif olmayan atıkların yönetiminde de kullanılır. İlkinde atıklar yoğunlaştırılıp çevreden izole edilir, ikincisinde ise zamanla etkisi azaltılarak radyasyon seviyeleri kabul edilebilecek dereceye gelen çok küçük miktardaki atıklar doğaya bırakılır. Atıkları bekletip çürütme yönteminde ise atıklar belirli bir zaman boyunca depolanarak bekletilir ve böylece atıkların içerisinde bulunan radyoaktivite azalır (Hore-Lacy 2006, 77).

Kullanılmış yakıtların yönetimi, yüksek derecede radyoaktif olarak kabul edilmesi nedeniyle son derece önemlidir. Bu yakıtlar, reaktörden çıkarıldığında çürümeye başlar ve onlarca kilovat ısı üretirler. Bu nedenle kullanılmış yakıtlar, büyük ve derin bir havuz içerisine yerleştirilerek soğutulmaya çalışılır. Radyasyon seviyesi azalana kadar en az birkaç yıl havuzda bekletilir. Radyasyonun azalmasıyla birlikte atıklar varillere doldurulur. Ancak bu varillerin pahalı olması nedeniyle genellikle yönetimde olan kişiler yeterli alanları varsa bu varilleri uzun bir süre daha

havuzda bekletirler. Varillerle bu şekilde havuzda bekleyen radyoaktif maddelerin çoğunluğu soğutma işlemi sonucunda etkisini kaybeder. Ancak kalan diğer kısmın çürümesi binlerce yıl sürebilir (Ferguson 2011, 191-192).

Atıkların hacmini azaltmak ya da atığın içerisinde bulunan kullanılmamış uranyum ve plütonyumu kullanarak yeniden yakıt üretmek amacıyla atıklar yeniden işlenebilir. Yeniden işleme sırasında yüksek radyoaktiviteye sahip materyaller diğer materyallerden ayrıştırılır. Ancak bu materyaller yüksek derecede radyoaktif olduğu için çok fazla ısı üretir. Bu nedenle atıklar soğutulup kurutulur ve borosilikat cama dönüştürülerek derin yer altı depolarında tutulur (Hore-Lacy 2006, 77). Bu işlem sonucunda, radyasyonun yayılma riski halen daha devam etse de atıkların hacmi eski haline göre azalır ve atıkların bir kısmı da yakıt olarak yeniden enerji üretimine kazandırılır. Sonuç olarak, nükleer atıkların güvenli bir şekilde bertarafı insanlık ve doğa için büyük bir önem taşımaktadır. Bu nedenle, nükleer güç santrallerinin atık yönetimi doğru bir şekilde yürütülemezse herkes için ciddi sonuçlar ortaya çıkabilir.

Nükleer enerjiye karşı en büyük endişe kaynaklarından biri, nükleer enerjinin nükleer silahların yayılmasını kolaylaştırma ihtimalidir. Her ne kadar nükleer güç santralleri enerji üretmek amacıyla inşa edilse de nükleer silahların yayılmasına neden olabilir. Çünkü nükleer silahlar, kullanılmış yakıtlar içerisindeki plütonyum kullanılarak üretilebilir (Taylor ve Roger 2011, 9). Ancak sırf nükleer silahların yaygınlaşması riski nedeniyle nükleer güç santrallerinin kapatılması olası değildir. Çünkü nükleer silah üretmek isteyen bir devlet, amacına ulaşmak için başka yollar da deneyebilir. Bu aşamada, nükleer silahların yaygınlaşmasını önleyen anlaşmalar ve Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) gibi uluslararası örgütler büyük önem taşımaktadır.

Nükleer enerji ile ilgili bir diğer endişe kaynağı ise nükleer güç santrallerinde yaşanan kazalardır. Büyük kazalar soğutucunun düzgün çalışmaması nedeniyle reaktör çekirdeğinin erimesi ya da nükleer reaksiyon zincirlerinin kontrolden çıkması sonucunda oluşabilir (Ferguson 2011, 140). Örneğin, 1979 yılında Three Mile Adası'nda reaktörün erimesi nedeniyle çevreye az miktarda da olsa radyasyon yayılmıştır. 1986 yılında yaşanan Çernobil nükleer güç santralinde ise kor

erimesi nedeniyle buhar patlaması yaşanmış ve bu durum reaktör binasının patlamasına sebebiyet vermiştir (“Nükleer Enerji ve Türkiye” 2017, 53). Kaza nedeniyle doğrudan 56 kişi hayatını kaybetmiş ve 330.000 insan kaza bölgesinden tahliye edilmiştir (Taylor ve Roger 2011, 8). Fukushima Daiichi kazası, soğutma suyunu sağlayan bileşenlerin deprem sonrası yaşanan tsunami sebebiyle zarar görmesi sonucu gerçekleşmiştir. Kaza sonrası radyasyondan dolayı can kaybı yaşanmamıştır. Ancak, bu büyük kazalar sonrasında nükleer enerjiye yönelik kaygılar gittikçe artmıştır.

1.4. NÜKLEER ENERJİNİN EKONOMİK KALKINMA ÜZERİNE ETKİSİ

Refah seviyesindeki yükseliş ve teknolojik gelişmeler nedeniyle artan nüfusun enerji ihtiyaçları gün geçtikçe çoğalmaktadır. Bu nedenle ülkeler, yeterli derecede enerji kaynağı temin etmek konusunda sorunlar yaşamaktadır. Özellikle enerji fakiri ülkeler, enerji taleplerini karşılamak ve ekonomik büyüme hedeflerini gerçekleştirmek için enerji ihtiyaçlarının büyük bir çoğunluğunu dışarıdan karşılamaktadır. Ancak bu bağımlılık, enerji fakiri ülkelerin ekonomilerinde sıkıntılar yaşamasına sebep olmaktadır. Bu noktada kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtların boyunduruğundan kurtulmak isteyen ülkeler, nükleer enerjiyi alternatif enerji kaynağı olarak tercih etmeye başlamıştır.

Nükleer enerji, fosil yakıtlar bakımından fakir olan devletlerin dışarıya olan bağımlılığını azaltabilecek ve enerji kaynaklı cari açıkların oluşmasını engelleyebilecek potansiyele sahiptir. Ayrıca, fosil yakıt piyasalarındaki fiyat istikrarsızlıkları göz önüne alındığında nükleer enerjinin kaynak bazlı enerji fiyatları daha sabittir (Ehliz 2020, 163). Bu nedenle; enerji fiyatları, ülkeleri fosil yakıtlar kadar etkilemeyecektir. Buna ek olarak, fosil yakıtlara kıyasla az miktardaki uranyumun daha fazla enerji üretmesi, ülkelerin enerji kaynağı üzerindeki harcamalarını azaltacaktır. Böylelikle, ülkelerin hem enerji piyasasındaki konumu güçlenecek hem de enerji kaynaklı ekonomik sorunlar yaşaması engellenecektir.

Nükleer enerjinin ekonomik avantajlarından bir diğeri, elektrik üretiminin kömür ve doğal gaz kaynaklı termik santrallere göre görece daha ucuz olmasıdır. Ucuz elektrik; çeşitli sanayilerin, şirketlerin ve hatta halkın daha çok üretim yapmasını sağlayacaktır (Dinçer vd. 2020, 40). Üretimin çoğalması ise hem iç hem de dış ticareti artıracaktır. Ayrıca, nükleer enerji yatırımlarının etkisiyle nükleer teknoloji gelişmeye başlayacak ve üretilen yüksek teknolojili ürünler, ülkelerin önemli gelir kaynaklarına sahip olmasına neden olacaktır.

Ucuz elektrik ve yüksek teknolojili ürünlerin ekonomiye sağladığı avantajları dışında nükleer enerji, işsizliğin azalmasında da büyük bir rol üstlenmektedir. İşsizlik, üretimde daralmaya sebep olurken gelirden yoksun kalan hane halklarının ihtiyaçlarını karşılayamamasına ve refah kaybı yaşamalarına neden olmaktadır. Nükleer enerji yatırımları, yeni meslek alanları açılmasına neden olarak istihdamın artmasına ve işsizlik oranının düşmesine yol açmaktadır (Dinçer vd. 2020, 40). İşsizliğin azalmasıyla birlikte üretim, gelir ve talepte artışlar yaşanır. Böylece ülkelerin ekonomileri canlanmaya başlar.

Nükleer enerjinin yukarıda bahsedilen avantajlarına rağmen ekonomik büyümeye katkı sağlayıp sağlamadığı konusunda literatürde çeşitli görüşler mevcuttur. Bu görüşlerin daha iyi anlaşılması için enerji ekonomisi ve büyüme ile ilgili literatürde bulunan 4 farklı hipotezden bahsetmek gerekmektedir. Bunlar: Ekonomik Büyüme Hipotezi, Koruma Hipotezi, Tarafsızlık Hipotezi ve Geri Bildirim Hipotezidir. Ekonomik büyüme hipotezi, enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi sağladığını, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu iddia etmektedir. Diğer bir deyişle, ekonomik büyüme hipotezine göre enerji tüketimi azalırsa ekonomik büyüme azalacaktır. Koruma hipotezi, ekonomik büyümenin enerji tüketimini artıracığını ancak enerji tüketimindeki azalışın ekonomik büyümeyi olumsuz yönde etkilemeyeceğini savunmaktadır. Tarafsızlık hipotezi, enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını, enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin arasında herhangi bir nedensellik ilişkisinin olmadığını ifade etmektedir. Geri bildirim hipotezi ise enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin arasında çift yönlü bir ilişki olduğunu, enerji üretiminin

artması veya azalmasıyla ekonomik büyümenin de artacağını ya da azalacağını iddia etmektedir (Aslan ve Çam 2013, 50).

Apergis ve Payne, belirlediği 16 ülkenin (Arjantin, Belçika, Bulgaristan, Kanada, Finlandiya, Fransa, Hindistan, Japonya, Hollanda, Pakistan, Güney Kore, İspanya, İsveç, İsviçre, İngiltere ve ABD) 1980-2005 yılları arasındaki verilerini kullanarak nükleer enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi öğrenmeye çalışmıştır. Kullandıkları panel yöntemiyle hem kısa hem de uzun dönemde enerji tüketiminin reel gayri safi yurtiçi hasılaya ve işgücüne önemli derecede etki ettiğini tespit etmiştir. Ayrıca; Apergis ve Payne, enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında kısa dönemde çift yönlü bir nedensellik ilişkisi varken uzun dönemde tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle kısa dönem, geri bildirim hipotezini desteklerken uzun dönem büyüme hipotezini desteklemektedir (Apergis ve Payne 2010, 548).

Nazlıoğlu, Lebe ve Kayhan ise belirlediği 14 OECD ülkesinin (Belçika, Kanada, Finlandiya, Fransa, Almanya, Macaristan, Japonya, Güney Kore, Hollanda, İspanya, İsveç, İsviçre, İngiltere ve ABD) 1980-2007 yılları arasındaki verilerini kullanarak nükleer enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmıştır. Kullandıkları panel Granger nedensellik yöntemiyle Macaristan için büyüme hipotezi, İngiltere ve İspanya için koruma hipotezi ve diğer 11 ülke için ise tarafsızlık hipotezinin geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Toplam üretim içerisinde nükleer enerji payının ve dolayısıyla katkısının görece az olması, bu ülkeler için tarafsızlık hipotezinin geçerli olmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca bir diğer neden olarak OECD ülkelerinin çoğunun teknolojik yatırımlara ağırlık vermesi gösterilebilir. Çünkü teknolojik ilerlemeyle birlikte enerji tasarrufu sağlayan yeni makinelerin üretiminde artışlar yaşanmaktadır. Böylelikle, daha az enerjiyle daha fazla üretim yapılabildiğinden enerji kullanımının ekonomik büyümeye olan etkisi azalacaktır. Ancak yine de bu çıkarım nükleer enerjinin ekonomik kalkınma üzerindeki önemini azaltmaz. Çünkü üretim; doğal kaynaklar, sermaye, emek gücü ve (nükleer) enerji gibi çok çeşitli kaynakların kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla, üretimin gerçekleştirilmesi için nükleer enerji de girdilerinden biri arasında olabilir. Ayrıca nükleer enerji, enerji güvenliğini sağlamada önemli bir rol üstlenmektedir. Elektrik üretiminde alternatif bir enerji kaynağı olması nedeniyle nükleer enerji, enerji üretimindeki pozisyonunu ve önemini

korumaya devam edecektir. Petrol rezervlerinin sürdürülebilirliği, dünyanın her tarafında artan enerji talepleri, enerji güvenliği ve yeni teknolojilerin geliştirilmesinde nükleer enerjinin rolü üzerine yapılan tartışmalar; nükleer enerjinin ekonomik kalkınma süreci içerisinde cazip hale gelmesine neden olmaktadır (Nazlıoğlu, Lebe, ve Kayhan 2011, 6619-6620).

Yakın tarihlerde ise Dinçer, Yüksel, Çağlayan ve Uluer, 1990-2015 tarihleri arasındaki verileri kullanarak Vektör Otoregresyon metodu (VAR metodu) ile 15 ülkenin (Fransa, Slovakya, Slovenya, Macaristan, Belçika, İsveç, İsviçre, Finlandiya, Çek Cumhuriyeti, Güney Kore, İngiltere, İspanya, ABD, Kanada ve Almanya) nükleer enerji yatırımları, ekonomik büyüme ve finansal gelişimi arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışmıştır. Analizin sonunda nükleer enerji kullanımının ülkelerin finansal gelişimi üzerinde etkisi olduğu kanısına varılmıştır (Dinçer vd. 2020, 47).

Sonuç olarak, nükleer enerjinin ekonomik büyümeyi olumlu yönde etkileyip etkilemediği kişilere, ülkelere ve farklı yöntemlere göre değiştiği görülmektedir. Ancak nükleer enerjinin fosil yakıtlara alternatif olması, enerji verimliliğinin yüksek olması, istihdam yaratması, yüksek teknolojili ürünler üretilmesine neden olması ve fiyat istikrarsızlığından etkilenmemesi; fosil yakıtlar bakımından dışarıya bağımlı olan ülkelerin ekonomilerinin olumlu yönde etkilenmesine neden olacaktır.

1.5. NÜKLEER ENERJİ VE SİYASET

Kimi ülkeler nükleer enerji teknolojisine sahip olmak isterken kimi ülkeler de nükleer enerjiden uzak durmaktadır. Siyasi konjonktür, ülkelerin nükleer enerji alanına girip girmemesini etkileyebilir. Ülkelerin rejimi, siyasi liderlerin düşünceleri, demokrasi seviyesi, siyasi çıkarlar ve iktidarların görev süresi bu kararı etkileyen etmenlerdendir.

Sovacool ve Valentine, sekiz ülkeyi (ABD, Fransa, Rusya, Kanada, Japonya, Güney Kore, Çin ve Hindistan) incelediği durum çalışmasında bu ülkelerde nükleer enerjinin gelişmesini

sağlayan altı ortak sosyal politik ekonomik faktör bulmuştur. Bunlar: ulusal güvenlik ve gizlilik, teknokratik ideoloji, ekonomik müdahalecilik, merkezi enerji planlaması, muhalefetin siyasi otoriteye tabii kılınması ve düşük seviyeli sivil aktivizmdir.

Sovacool ve Valentine çalışmasında, ulusal güvenlik endişelerinin nükleer enerjinin gelişmesinde kolaylaştırıcı bir rol oynadığını fark etmiştir. Enerji güvenliği ve ulusal savunma, ulusal güvenliğin en önemli iki ana unsurudur. Enerji güvenliğini sağlamak amacıyla ABD, Rusya, Fransa ve Kanada gibi ülkeler, 1940’larda nükleer enerji programlarına başlamışlardır. Nükleer enerjinin eninde sonunda uygun fiyatlı olacağına dair sözler, bu ülkelerdeki karar alıcıların nükleer enerjinin ulusal rekabet gücünü artıracığını düşünmesine yol açmıştır. Japonya, Hindistan, Çin ve Güney Kore gibi diğer ülkeler ise bir diğer enerji güvenliği sorununu – enerji kaynaklarına ulaşılabilirlik sorununu – gidermek amacıyla nükleer enerjiden faydalanmışlardır (Sovacool ve Valentine 2012, 12-15).

İncelenen sekiz ülkenin hepsinde ulusal savunma unsuru çok belli olmasa da nükleer enerjinin gelişmesinde önemli bir rol üstlenmiştir. Ulusal savunmayı güçlendirmek amacıyla yapılan nükleer silah araştırmaları, nükleer enerji teknolojisinin gelişmesine neden olmuştur. Nükleer silah geliştirmek isteyen bir ülke, nükleer enerjinin gelişimini iki şekilde etkilemektedir. İlk olarak; nükleer silah programları, askeri olmayan alanlarda da nükleer enerjinin gelişimini destekleyerek gerekli siyasi desteği sağlamaktadır. İkinci olarak ise nükleer silah araştırmaları bir ülkenin ilgili donanımı tasarlamak ve yapmak için nükleer enerji alanında gerekli uzmanlığa ulaşmasını sağlamakta ve bu uzmanlığın diğer teknolojik alanlara da yayılmasına neden olmaktadır. Nükleer enerji programlarının gizli bir şekilde yürütülmesi de programların başarısını etkilemektedir. Nükleer enerji harcamaları, çok gizli olarak değerlendirildiğinde bu alanla ilgili finansal konular kamuya çok az yansıtılmaktadır. Bu durum, hükümetin siyasi ve kamu gözetimine maruz kalmadan nükleer enerji gelişimi için gerekli fonu sağlamasına olanak tanımaktadır. Teknokratlar da böylelikle nükleer enerji üzerinde çalışma yapmak için siyasi ve kamu muhalefetine uğramadan gerekli zamana ve özgürlüğe sahip olurlar (Sovacool ve Valentine 2012, 15-16).

Sovacool ve Valentine, nükleer enerjinin gelişmesini sağlayan altı sosyal politik ekonomik faktörlerden ikincisi olan teknokratik ideolojinin, incelediği bütün devletlerde mevcut olduğunu keşfetmiştir. Teknokratik ideoloji, nükleer enerji teknolojisinin beraberinde getirdiği güvenlik konusundaki endişeleri azaltmaya ve sınırsız temiz enerji söylemiyle nükleer enerjiyi teşvik etmeye çalışır. Bu düşünceden hareketle; nükleer enerji araştırma programlarının başında, insan zekasının bütün sorunların üstesinden geleceğine dair ortak bir anlayış bulunmaktadır. Bu düşünce, karışık ve tehlikeli teknolojilerden kaynaklanan riskleri tolere etmektedir. Teknokratik ideoloji, hükümetlerin nükleer enerjiyi benimsemesinde gerekçe olarak gösterilmekte ve kamuoyunun fikrini etkilemek amacıyla kullanılmaktadır.

Üçüncü faktörlerden biri olan ekonomik müdahalecilik ise nükleer enerji programlarının başlangıçta yüksek sermayeye ihtiyaçları olması nedeniyle gereklidir. Başlangıçtaki yüksek maliyetler, teknik sorunlar ve inşaat gecikmelerinden kaynaklanan finansal riskler, nükleer güç santrallerinin ancak büyük devlet destekleriyle oluşabileceğini göstermektedir (Yang ve Yi-chong 2011, 22-25). Nükleer enerjinin esnek olmayan yapısı ve karmaşıklığı, nükleer enerji projelerinin yönetiminde ister doğrudan hükümet eliyle isterse dolaylı olarak hükümete ait kurumlar tarafından yapılsın merkezi ekonomik planlamayı ve devlet müdahalesini gerekli kılmaktadır. Ayrıca ekonomik planlama ve devlet müdahalesi, tedarik zinciri koordinasyonunun da sıkı bir şekilde gerçekleşmesini sağlamaktadır (Neumann vd. 2020, 3). Böylece, nükleer enerjinin yapısından kaynaklanan sorunlar ekonomik planlama ve devlet müdahalesi sonucunda giderilmiş olacaktır.

Dördüncü faktör olan merkezi enerji planlaması, enerji kaynakları yönetimi ile ilgili her meselenin merkezi yönetim ile birlikte yürütüldüğü anlamına gelmektedir. Nükleer enerji programlarının karmaşık ve zorlu yapısı, tek ve sıkı bir planlamayı gerekli kılmaktadır. Merkezi enerji planlaması, gerekli kontrolün sağlanmasına ve anlaşmazlıkların kolaylıkla giderilmesine yol açmaktadır. Çünkü merkezi planlama sayesinde sorunlar hızlı bir şekilde çözülebilir ve böylece soruna bağlı maliyetler de önemli ölçüde azalabilir (Choi, Jun, ve Hwang 2008, 5). İncelenen sekiz ülkenin hepsinde enerji sektörünün başında gelen liderlerin nükleer enerji

programlarını yürütürken merkezle sıkı bir diyalog halinde olduğu görülmüştür. Merkezle yürütülen sıkı ilişkiler, bu ülkelerin nükleer enerji programlarının kesintiye uğramadan başarılı bir şekilde yürütülmesini sağlamıştır.

Beşinci faktör olan muhalefetin siyasi otoriteye tabii kılınması, muhalefetin nükleer enerji konusunda kendi düşüncelerini açıklayamaması anlamına gelmektedir. Bu şekilde muhalefetin nükleer enerji konusunda siyasi otoriteden farklı bir şekilde hareket etmesi engellenmektedir. Otokratik bir hükümet (Sovyetler Birliği, Çin ve kısmen Güney Kore gibi), çoğunluk hükümeti, tartışmalı konuların gündeme gelmesini engelleyecek durumlar (Kanada gibi) ya da halkın geniş desteği (ABD ve Fransa gibi), muhalefetin siyasi otorite altında ezilmesine neden olabilir (Sovacool ve Valentine 2012, 22). Bu nedenle muhalefet nükleer enerji konusunda düşüncelerini dile getiremeyebilir. Böylelikle nükleer enerjinin sorgulanmasını sağlayacak ve gelişimini yavaşlatacak unsur bulunmayacaktır.

Son faktör olan sivil aktivizmin ise incelenen sekiz ülkenin hepsinde düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir. Sivil aktivizmin düşük seviyeli olması, nükleer enerjinin gelişimini engelleyecek kamu muhalefetiyle karşılaşılması anlamına gelir. Demokratik ülkelerde düşünceler özgürce ifade edilebildiğinden nükleer enerji programlarına karşı muhalif hareketler, hükümetin politikasını değiştirmesine neden olabilir. Ancak eğer siyasi ortam hükümetin kontrolü altındaysa nükleer enerji karşıtı hareketlerin etkisi çok zayıf olacaktır (Kitschelt 1986, 84). Bunun sonucunda, ülkeler nükleer enerji programlarını önemli seviyede nükleer enerji karşıtlarıyla karşılaşmadan yürütmeye devam edebilir.

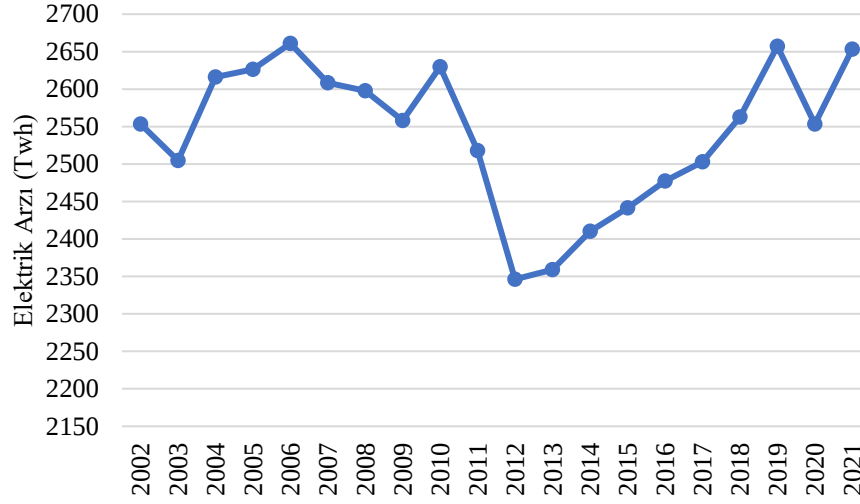
Neumann, Sorge, von Hirschhausen ve Wealer, panel zaman serisi yöntemini kullanarak 1960-2017 yılları arasında 166 ülkeyi kapsayan çalışmada demokratik gelişme seviyesinin ülkelerin nükleer enerji kararını, nükleer silah kontrolünü, ulusal kalkınmayı, enerji dönüşümünü ve çevreyi nasıl etkilediğini analiz etmişlerdir. Analiz sonucunda, demokratik özgürlüğe sahip olmayan ülkelerin demokratik ülkelere kıyasla nükleer enerji alanında girişim yapmaya meyilli oldukları bulunmuştur. Buna ek olarak, en az bir tane nükleer silaha sahip olan

Ülkelerin nükleer silahı olmayan ülkelere nazaran nükleer enerji kullanmaya daha pozitif yaklaştığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, demokrasi anlayışı ve nükleer silahlar, nükleer enerji kararının verilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Kamu çıkarının aksine hükümet programlarının kolaylıkla uygulanabildiği, siyasi ve kamu tartışmalarının minimize edildiği durumlarda nükleer enerji programlarının rahatlıkla uygulanabildiği görülmektedir. Ancak şunu da söylemek gerekir ki nükleer güç santrallerinin spesifik güvenlik ihtiyaçları ve toplum üzerindeki etkisi, bu şekildeki gibi özel yönetim anlayışını gerekli kılmaktadır (Neumann vd. 2020, 12).

1.6. COVID-19 SALGINININ NÜKLEER ENERJİ KULLANIMINA OLAN ETKİSİ

İlk olarak 2019 yılının Aralık ayında Çin'in Wuhan bölgesinde görülen yeni koronavirüs salgını, 2020 yılında tüm dünyaya yayılarak pandemi niteliğine kavuşmuştur. Damlacık ve temas yoluyla bulaşan koronavirüs hastalığının yayılmaması için ülkeler, ciddi tedbirler almıştır. Sokağa ıkma yasakları, kafe, lokanta ve spor salonları gibi temasın yüksek olduğu alanların geçici süreliğine kapatılması ve maske zorunluluğu gibi birçok önlemler alınmış ve insanların yaşam şartları ciddi lde değişmiştir. Aşının bulunması ve milyarlarca insanın aşılanması sonucunda salgının şiddeti hafiflemiştir. Ancak, salgının zirve seviyesinde olduğu 2020 ve 2021 yıllarında birçok sektör bu durumdan etkilenmiştir. Nükleer enerji de etkilenen alanlardan birisi olarak kabul edilmektedir.

Covid-19'la mücadele etmek amacıyla hükümetler tarafından alınan önlemler, sokağa çıkma yaşağının olduğu dönemlerde bazı ülkelerde elektrik tüketiminin düşmesiyle sonuçlanmıştır ("Covid-19 Coronavirus and Nuclear Energy" 2022). Elektrik tüketiminin düşmesi, nükleer güç santrallerinin elektrik üretimine de yansımıştır.



Şekil 13. Nükleer Enerji Elektrik Arzı
Kaynak: (“Trend in Electricity Supplied” 2023).

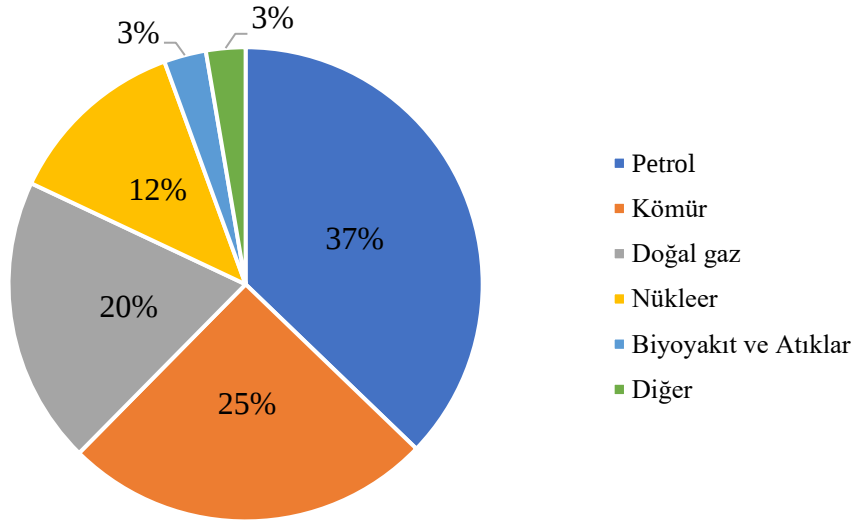
Şekil 13.’te görüleceği üzere, nükleer enerjiden üretilen elektrik arzı 2019 yılında 2.657,16 Twh iken 2020 yılında 2.553,24 Twh’ye düşmüştür. Covid-19 salgınının etkisinin azalmasıyla birlikte elektrik arzı, 2021 yılında 2.653,34 Twh’ye çıkarak yeniden yükselişe geçmiştir.

Ulusal koşullara bağımlı olarak; İsveç, Çin, Fransa, İspanya ve İngiltere nükleer güç santrallerindeki faaliyetlerini azaltmıştır. Güney Afrika ve Ukrayna ise bazı reaktörlerdeki elektrik üretimini durdurmuştur. Depolama yapılamadığı için elektriğin üretildikten sonra hemen tüketilmesi gerektiğinden üretim sınırlı derecede kalmıştır. Hizmetin durduğu zamanlarda nükleer santrallerde bakım çalışmaları yapılmış, önemli olmayan çalışmalar ertelenmiş ve sosyal mesafe kurallarını uygulayarak yeterli seviyede çalışan barındırılmıştır. Uranyum madenciliği ise zaman zaman sekteye uğramıştır. Ancak nükleer enerji santrallerinde kullanılan uranyumun 3 yıl kadar kullanılabilirliği olması, enerji arzının çok büyük sorunlarla karşılaşmasını önlemiştir. Bu yönüyle nükleer güç santralleri, fosil yakıtlarla çalışan diğer enerji santrallerinden daha güvenilir bir enerji arzına sahip olduğunu bir kez daha göstermiştir (“Covid-19 Coronavirus and Nuclear Energy” 2022).

BÖLÜM II: GÜNEY KORE VE TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ POLİTİKALARI

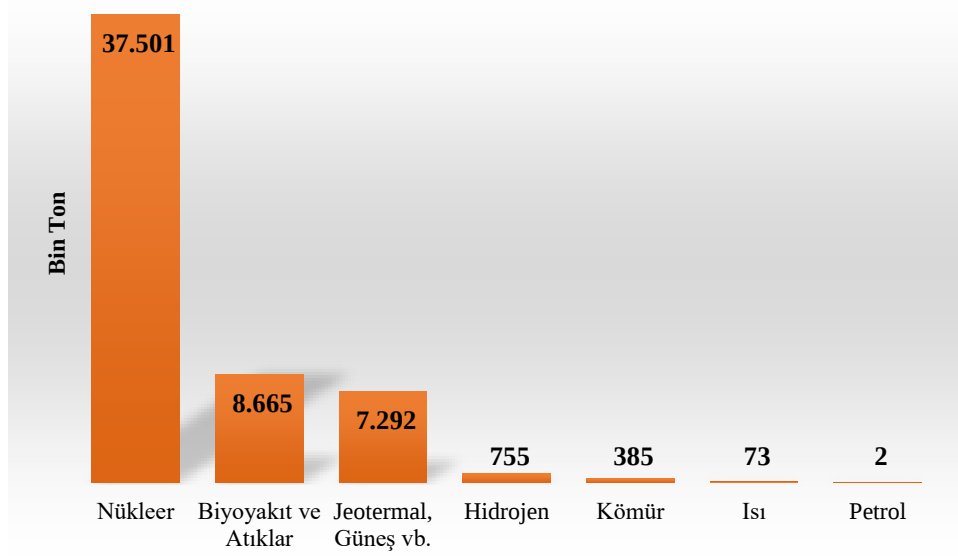
2.1. GÜNEY KORE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN GENEL DURUMU

Dünyanın en çok enerji tüketen sekizinci ülkesi olan Güney Kore, yeterli enerji kaynakları olmaması nedeniyle Güney Kore İstatistik Kurumu’nun 2022 yılı verilerine göre %94,25 oranında enerji kaynakları bakımından dışarıya bağımlı bir ülkedir. Güney Kore’nin özellikle kömür, doğal gaz ve petrol gibi fosil yakıtlar açısından fakir olması, enerji fiyatlarında yaşanan dalgalanmalardan yüksek oranda etkilenmesine neden olmaktadır.



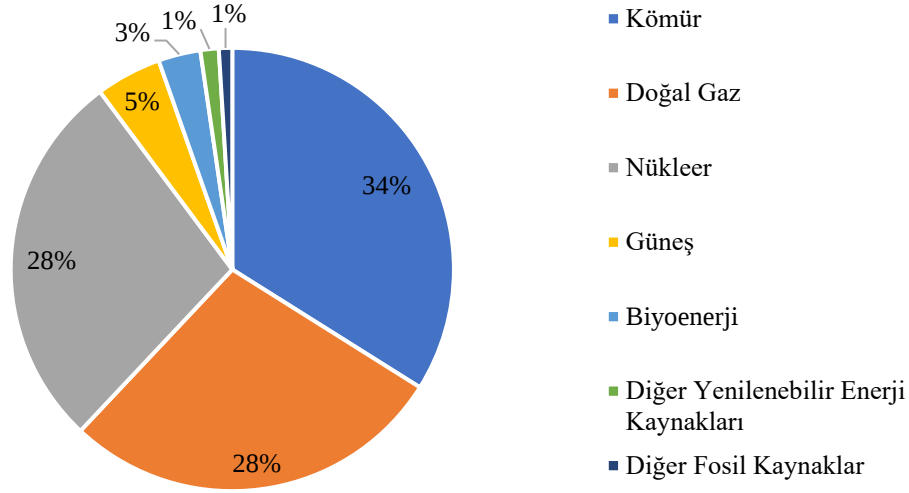
Şekil 14. Güney Kore’nin Birincil Enerji Kaynağı Tüketimi Dağılımı (2022 Yılı)
Kaynak: (“Korean Statistical Information Service [KOSIS]” 2023).

Şekil 14.’te görüleceği üzere petrol, kömür ve doğal gaz; Güney Kore’nin birincil enerji tüketimi içerisinde ilk sıralarda yer almaktadır. Buradan, fosil yakıtların Güney Kore’nin toplam enerji tüketimi içerisinde önemli bir yer kapladığı anlaşılabılır. Ayrıca, nükleer enerjinin fosil yakıtlar sonrasında en çok tüketilen enerji kaynağı olduğu görülmektedir. Fosil yakıtlar ve nükleer enerji dışında geriye kalan diğer enerji kaynaklarının birincil enerji kaynağı tüketimi içerisindeki payının ise oldukça az olduğu anlaşılmaktadır.



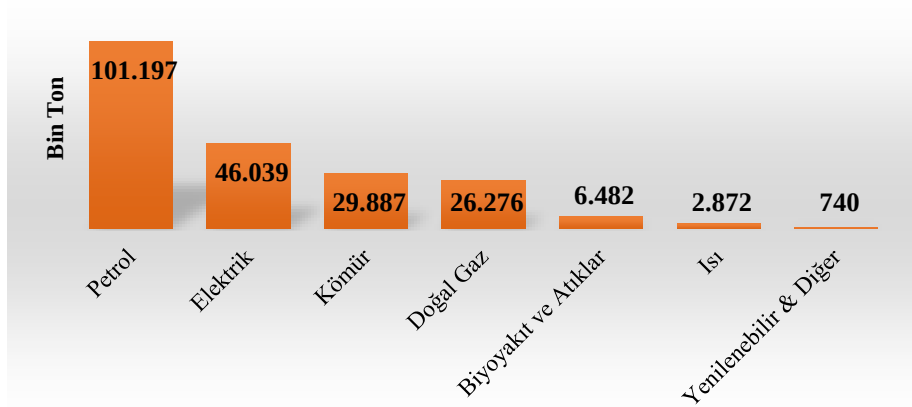
Şekil 15. Güney Kore’nin Birincil Enerji Kaynağı Üretimi (2022 Yılı)
Kaynak: (“KOSIS” 2023).

Şekil 15.’te nükleer enerjinin ülke içerisinde en çok üretilen enerji kaynağı olduğu anlaşılmaktadır. Başta petrol, ısı ve kömür olmak üzere diğer enerji kaynaklarının üretimi, nükleer enerji üretimine göre oldukça az seviyelerdedir. Özellikle petrol ve kömür rezervlerinin yetersizliği, bu enerji kaynaklarının haliyle üretimlerinin de az olmasına neden olmaktadır.



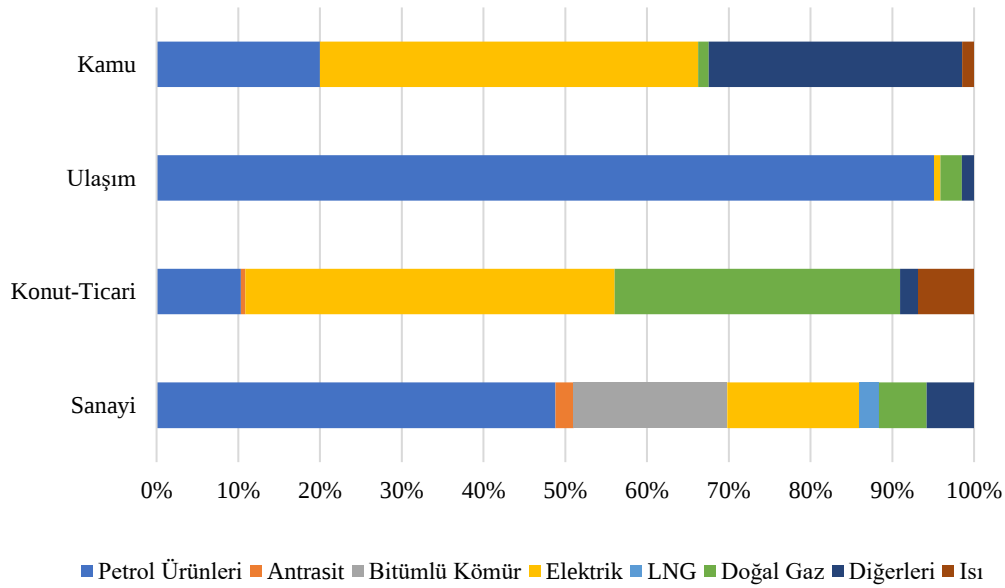
Şekil 16. Güney Kore'nin 2022 Yılı Enerji Kaynaklarına Göre Elektrik Üretimi (Terawatt Hours)
Kaynak: ("Ember-Climate" 2023).

Şekil 16. incelendiğinde kömür, doğal gaz ve nükleer enerjinin elektrik üretiminin en önemli paydaşlarından olduğu görülmektedir. Kömür ve doğalgazın yoğun bir şekilde hem birincil hem de ikincil enerji kaynağı olarak kullanıldığı düşünüldüğünde Güney Kore'nin fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılığı daha iyi anlaşılmaktadır. Bu nedenle, nükleer enerji ya da yenilenebilir enerji kaynakları gibi fosil yakıtlar dışındaki diğer enerji kaynaklarının üretimi ve tüketiminin artması gerekmektedir. Ancak bu şekilde Güney Kore'nin enerji piyasası içerisindeki konumu rahatlayacaktır.



Şekil 17. Güney Kore'nin Toplam Enerji Tüketimi (2022 Yılı)
Kaynak: ("KOSIS" 2023).

Şekil 17.’de ise petrol, elektrik, kömür ve doğal gazın en çok tüketilen enerji kaynaklarından olduğu görülmektedir. Üretim ile tüketim şekilleri karşılaştırıldığında petrol, kömür ve doğal gazın büyük bir çoğunluğunun ithal edilerek tüketime sunulduğu açıkça görülmektedir. 2020 verilerine göre Güney Kore, ham petrolün %69’luk kısmını Ortadoğu ülkelerinden sağlamaktadır. Kömür ihtiyacının büyük bir çoğunluğunu ise Avustralya, Rusya, Endonezya ve Peru’dan karşılamaktadır. Doğal gaz olarak kullanmak amacıyla LNG’yi ise çoğunlukla Katar, Avustralya ve ABD’den ithal etmektedir (Lim 2021, 7).



Şekil 18. Güney Kore’nin Sektörlere Göre Enerji Tüketimi (2021 Yılı)
Kaynak: (“KOSIS” 2023).

Şekil 18.’de petrol, elektrik ve doğal gaz tüketiminin farklı sektörlerdeki ağırlığı dikkat çekmektedir. Sanayi sektörü diğer alanlara göre enerji kaynakları açısından daha çok çeşitliliğe sahipken ulaşım sektörünün önemli bir kısmı petrol ürünlerinin tüketimine bağlıdır. Petrol ürünlerinin Ortadoğu ülkelerinden ithal edildiği düşünüldüğünde petrol arzında yaşanacak krizin Güney Kore’nin ulaşım sektörünü ciddi bir biçimde etkileyeceği aşikârdır.

Sonuç olarak; petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar Güney Kore'nin enerji tüketiminde önemli bir yer kaplamaktadır. Bu yakıtlar bakımından fakir olan Güney Kore, açığını kapatmak amacıyla bu kaynakları ithal etmektedir. Güney Kore'nin petrol, kömür ve doğal gaz gibi enerji kaynakları ithalatına %94,25 oranla bağımlı olması, herhangi bir yaşanacak enerji krizinde Güney Kore'nin sosyal, ekonomik ve politik açıdan zarar görmesine neden olabilir. Sadece nükleer enerji Güney Kore'nin ürettiği enerji kaynakları arasında kayda değer bir yere sahiptir. Ancak petrol, kömür ve doğal gazın tüketimde büyük bir alanı kapladığı düşünüldüğünde, nükleer enerji ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kapasitesinin yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle, Güney Kore'nin fosil yakıtlar dışındaki diğer enerji kaynaklarının kapasitesini artırması gerekmektedir.

2.2. GÜNEY KORE'NİN NÜKLEER ENERJİ TARİHİ

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Kore Yarımadası Kuzey ve Güney olarak ikiye bölünmüş ve iki bölge arasında savaş yaşanmıştır. 1953 yılına kadar süren savaş, Güney Kore'nin sanayisini ve ekonomisini tamamen yok etmiş ve bunun sonucunda Güney Kore halkı, büyük bir yoksullukla karşı karşıya kalmıştır. ABD'den gelen yardımlar ve ekonomik kalkınma planları sayesinde Güney Kore ekonomisi güçlenmeye başlamıştır. Ancak, ekonomi büyüdükçe Güney Kore'nin enerji kaynaklarına olan ihtiyacı da giderek artmıştır.

Güney Kore, enerji kaynakları açısından oldukça fakir bir ülkedir. Petrol ve doğal gaz rezervlerine sahip değildir. Kömürü ise çok düşük kalitelidir. Güney Kore'nin kurulu elektrik gücü, savaşın sona erdiği 1953 yılında sadece 127 MW'dir. Nükleer enerji kullanılmadan önce hidroelektrik santrallerin ihtiyacı karşılayamaması nedeniyle elektrik, petrol ve kömür yakıtlı termik santraller aracılığıyla üretilmiştir. Dolayısıyla; yetersiz miktarda enerji kaynağı, düşük enerji üretimi ve devamlı büyüyen enerji talebi, Güney Kore'nin enerji kaynaklarının büyük çoğunluğunu dışarıdan ithal etmesine yol açmıştır. 1960'lı yılların sonunda %50 oranında olan enerji ithalatı bağımlılığı, on yıl sonra %75'lere çıkmış ve 1990'lı yıllarda ise %97'lere ulaşmıştır (Yang ve Yi-chong 2011, 144-145). 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi, bu ithalat

bağımlılığının uluslararası piyasada herhangi bir kriz yaşanması durumunda Güney Kore'nin enerji kaynağı tedarikini sıkıntıya sokacağını gözler önüne sermiştir. Böylelikle Güney Kore, enerji arz güvenliğini sağlamak amacıyla enerji kaynaklarını çeşitlendirme yoluna gitmiştir. Nükleer enerji, bu alternatif enerji kaynaklarından biri olmuştur.

Güney Kore'nin nükleer enerji programı, ABD Başkanı Eisenhower'ın 1953 yılında "*Barış için Atom*" projesini duyurmasıyla birlikte başlamıştır. 1956 yılında ilk uluslararası Atom Enerjisinin Barışçıl Amaçlarla Kullanımı Konferansı'na temsilciler gönderen Güney Kore, bu konferanstan sonra nükleer enerjinin elektrik üretiminin yanı sıra medikal, tarımsal ve endüstriyel uygulamalarda da kullanıldığını öğrenmiş ve nükleer enerjiye ilgi duymaya başlamıştır. Aynı yıl Güney Kore ve ABD, atom enerjisinin barışçıl kullanımı üzerine ilk çift taraflı anlaşmalarını imzalamıştır. 1957 yılında ise Güney Kore, IAEA'ya üye olmuştur. 1958 yılında Atom Enerjisi Yasası'nı çıkartarak nükleer enerji programını resmileştirmiş ve Eğitim Bakanlığı bünyesinde Atom Enerjisi Departmanı'nı kurmuştur (Choi vd. 2009, 5496).

Nükleer enerji programının resmileşmesinin ardından nükleer enerji teknolojisi üzerinde araştırmalar yapması amacıyla Güney Kore tarafından Kore Atom Enerjisi Araştırma Enstitüsü (KAERI) kurulmuştur. 1962 yılında TRIGA Mark-II adındaki ilk araştırma reaktörünün ABD'den ithal edilmesiyle birlikte Güney Kore'nin nükleer enerji teknolojisi alanındaki araştırma çalışmaları hız kazanmıştır. Araştırma kapsamı, tarım ve ilaç sektöründe kullanılmak üzere radyasyon ve radyo izotop uygulamalarıyla sınırlı kalmıştır (Sung ve Hong 1999, 307). Fakat buna karşın; ithal edilen araştırma reaktörü, Amerikalılarla birçok Koreli bilim insanının, mühendislerin ve yöneticilerin ABD'de eğitilmesiyle ilgili anlaşma imzalanmasına ön ayak olmuştur (Yang ve Yi-chong 2011, 145).

1960'lı yılların sonuna kadar Güney Kore hükümetinin politikası, nükleer enerji alanında araştırma ve geliştirme kurumları inşa etme ve bu konuda uluslararası işbirlikleri kurma üzerine odaklanmıştır. Nükleer enerjinin alternatif bir enerji kaynağı olarak kullanılmasına yönelik araştırmalardan çok sanayi, tarım ve ilaç sektöründe radyo izotop kullanımı ve radyasyon

uygulamaları konusunda araştırma ve geliştirme faaliyetleri yapılmıştır (Juhn ve Kim 1986, 183). 1964'ten 1966 yılına kadar Güney Kore, ilk nükleer güç santrali için alan taramaları ve seçimi üzerine çalışmalarda bulunmuştur. Sekiz yıl boyunca yapılan araştırmalar, planlar, değerlendirmeler, alan araştırmaları, yetkin insan kaynağı geliştirmek için düzenlenen programlar ve hazırlanan yasal düzenlemeler sonucunda, 1968 yılında gelecek yirmi yılı içeren uzun vadeli nükleer enerji kalkınma planı oluşturulmuştur. Aynı yıl Güney Kore, ilk nükleer güç santralinin 7 yıl sonra teslim edilmesini öngören teklifler almaya başlamıştır (Choi vd. 2009, 5496).

1970 yılında ilk nükleer güç santralinin kurulması amacıyla ABD'yle anahtar teslimi olacak şekilde anlaşılmıştır. Yüklenici taraf, inşaat programı ve santrallerin performansı üzerinde tamamen sorumlu olmuştur. Bunun nedeni, Güney Kore'nin yerli teknoloji kapasitesinin düşük olması ve nükleer güç santrali inşaatlarında çalışan deneyimli insan kaynağına sahip olmamasıdır. 560 MW'lık ilk nükleer ünitenin (Kori 1) inşaatına 1971 yılında başlanmış ve 1978 yılında ilk ünite faaliyete geçmiştir. Kori 1 dışında diğer iki ünite (Wolsung 1 ve Kori 2) ise sırasıyla 1973 yılında Kanada ve 1974 yılında ABD'den sipariş edilmiştir. Bu üç projenin hepsinde yabancı yükleniciler santrallerin inşası ve operasyonunda bütün sorumluluğu üstlenmişlerdir. Bu sırada, Güney Koreli şirketlerin nükleer güç santralleri yapımındaki katılımı sınırlı olmuştur (Holt 2013, 2). Ancak hükümet, bu dönemde ülkenin teknik kapasitesini ve insan sermayesini geliştirmek için büyük yatırımlarda bulunmuştur. İlk nükleer güç santrali Kori 1'in faaliyete geçtiği 1978 yılında devlet firması olan Kore Elektrik Enerjisi Kurumu (KEPCO) ve hükümet tarafından desteklenen araştırma geliştirme enstitüsü olan KAERI, teknolojinin öğrenilmesinde ve projelerin yönetiminde büyük bir rol oynamaya başlamıştır (Yang ve Yi-chong 2011, 147).

Nükleer endüstriyi geliştirmek için hükümet; nükleer enerjiyle ilgili kurumlar kurarak, araştırma ve geliştirme çalışmalarını destekleyerek ve nükleer enerji alanındaki işgücünü geliştirerek nükleer enerji altyapısını büyötmeye odaklanmıştır. Bu çabaların bir parçası olarak Kore Elektrik Mühendisliği Şirketi (KOPEC), KEPCO ve KAERI'nin ortak yatırımlarıyla 1975

yılında kurulmuştur. KOPEC, nükleer güç santrallerinin tasarımı ve mühendisliği alanında yerli teknoloji kapasitesini artırmak amacıyla faaliyetlerini yürütmüştür (Kim ve Byrne 1996, 288).

Teknolojik kapasitesini ve insan kaynağını KEPCO, KAERI ve KOPEC gibi kurumlarla güçlendirmeye çalışan Güney Kore, 1980 yılında nükleer güç santrallerinin yapımında yerli şirketlerin oranını artırmak amacıyla anahtar teslimi projeler yerine parçalar üzerinden firmalarla sözleşme yapmaya başlamıştır. Santralin büyük parçaları için birçok yüklenici firmayla sözleşmeler yapılmıştır. Böylelikle, yerli endüstriler projelere alt yüklenici olarak daha çok katılmaya başlamıştır. Güney Kore'nin altı nükleer güç santrali (Kori 3 ve 4, Yeongkwang 1 ve 2, Uljin 1 ve 2) bu şekilde inşa edilmiştir. Daha sonra yerelleşme git gide artarak çeşitlenmiş ve yerel firmaların faaliyet alanı, emek yoğun sektörlerden mekanik parça tasarımı ve buhar makinesi üretimi gibi teknoloji yoğun ve yüksek katma değerli sektörlerle doğru genişlemeye başlamıştır (Park 1992, 726).

Yerelleşme sürecini hızlandırmak için hükümet, bütün nükleer enerji ve güç santrali projelerine mühendislik hizmetleri vermesi için Kore Nükleer Hizmetleri'ni (KNS) ve nükleer güç santralleri inşa etmesi için ise Kore Ağır Sanayi ve İnşaat Şirketi'ni (KHIC) kurmuştur (Yang ve Yi-chong 2011, 147). KHIC; KEPCO, Kore Döviz Bankası (KEB) ve Kore Kalkınma Bankası'nın (KDB) ortak yatırımlarıyla 1980 yılında yeniden örgütlenmiş ve nükleer üniteler için ekipmanlar üretmiştir (Park 1992, 726). KAERI ise bu sıralarda buhar makinesi teknolojisini öğrenmek için çeşitli girişimlerde bulunmuştur. KAERI, mühendislerine tasarımlarının simüle edildiği ve sürekli tasarım çalışmalarının yapıldığı eğitim programları düzenlemiştir. KAERI, aynı zamanda ithal teknolojileri anlamak ve geliştirmek için kurum bünyesinde araştırma ve geliştirme faaliyetleri yürütmüştür. Bu girişimler sonucunda KAERI, sadece birkaç noktada danışmanlık alarak kendi buhar makinesini yapacak kapasiteye ulaşmıştır (Sung ve Hong 1999, 311).

Araştırma ve geliştirme faaliyetleri sayesinde yetkin insan kaynağına sahip olan ve yeterli bilgiye ve deneyime ulaşan yerel firmalar, onuncu ve on birinci nükleer güç santrali projelerinde

ana yüklenici firma olmuşlardır. Böylelikle, yerel firmalar henüz Güney Kore'nin bilgisinin olmadığı çekirdek teknolojisini sağlaması ve bu konudaki bilgisini transfer etmesi için yabancı altyüklenici firmalarla anlaşmaya başlamıştır. Diğer bir deyişle; Kore firmaları, yabancı katılımcılardan santral yapımında gerekli olan bütün teknolojiyi transfer etmesini istemiştir. 1985 yılında nükleer güç santrali siparişlerinin azalması nedeniyle çoğu firma kendi teknolojilerini transfer etmeyi kabul etmiştir. Bu dış ortam sayesinde yerel firmalar, yabancı firmalarla şartlarını kolaylıkla belirleyebildiği sözleşmeler yapmaya başlamıştır. Böylelikle, anlaşmalarda teknik eğitim programları ve danışmanlık hizmetlerinin de olduğu detaylı içerikler ve prosedürler belirlenebilmiştir (Sung ve Hong 1999, 310). Bu durum, Güney Kore'nin nükleer enerji teknolojisinde daha çok bilgi ve deneyime sahip olmasına neden olmuştur.

Yerel firmalar; araştırma ve geliştirme faaliyetleri, eğitim programları ve yetkin insan kaynağı sayesinde ana yüklenici firma olmayı başarsalar da bir süre daha yabancı tedarikçilerin yardımlarına ihtiyaç duymuşlardır. Bu nedenle, Güney Kore'nin bir sonraki hedefi tamamen yerel teknolojiyle nükleer güç santrali kurmak olmuştur. On dördüncü ve on beşinci nükleer güç santralleri, Güney Kore'nin ilk yerel nükleer güç santrallerinden olmuş ve bu santraller Kore Standart Nükleer Güç Santrali (KSNPP) olarak adlandırılmıştır (Lee vd. 2009, 551). Kendi nükleer güç santralini geliştirmesi nedeniyle Güney Kore, stratejik ve hassas materyaller ve teknolojilerin kontrolü için Çok Taraflı İhracat Kontrolleri Koordinasyon Komitesi'ne (COCOM) katılmıştır (Choi vd. 2009, 5497).

Başarılı bir şekilde nükleer enerji programına hızla devam eden Güney Kore'nin 2011 yılında aktif nükleer güç santrali sayısı yirmiye ulaşmıştır. Ayrıca bu yılda 6 nükleer güç santrali inşaat halindeyken sekiz nükleer güç santralinin ise inşası planlanmıştır. Bu dönemde nükleer enerji kaynaklı elektrik üretimi, Güney Kore'deki toplam elektrik enerjisi tüketiminin %40'ını karşılamıştır (Yang ve Yi-chong 2011, 150). Ancak Japonya'nın Fukushima Daiichi nükleer santralinde yaşanan kaza, nükleer enerji tedarik zincirinde yaşanan skandallar ve Kori 1 nükleer güç santralinin kötü yönetimi, nükleer enerji konusunda kamu güvenini sarsmıştır. Bu yolsuzlukların aynı zamanda ülkenin ekonomik yönetiminde de yaşandığı fark edilmiştir. Böylelikle, özellikle nükleer endüstriyi hedef alan yasal ve kurumsal reformlar yapılmıştır

(Andrews-Speed 2020, 48). Ancak yine de Güney Kore hükümeti, nükleer enerji programına devam etmiş ve çeşitli yerlerde yeni nükleer reaktörler inşa etmeyi planlamıştır. Hatta Birleşik Arap Emirlikleri'yle nükleer güç santrali inşası için anlaşarak nükleer enerji teknolojisini ihraç etmeye başlamıştır (Cho 2022, 33).

Fukushima Daiichi kazası sonrası Güney Kore hükümeti, nükleer tesislerin güvenliğine daha çok önem vermeye başlamıştır (Kim ve Chung 2018, 118). Nükleer güvenliği sağlamak amacıyla yeni Nükleer Emniyet ve Güvenlik Komisyonu'nu kuran yasa çıkartılmıştır. Bu komisyon herhangi bir bakanlığa bağlanmamıştır. Sadece doğrudan Başkan'a rapor vermektedir. Nükleer Emniyet ve Güvenlik Komisyonu, nükleer endüstrideki kötü yönetimin ve yaşanan yolsuzlukların ortaya çıkmasında önemli bir rol oynamıştır (Andrews-Speed 2020, 51).

Reformlara ve düzenlemelere rağmen nükleer güvenlik konusunda endişeler devam ederken 2013 yılında nükleer enerji sektöründe ortaya çıkan rüşvet skandalı, hareketin yavaş ve kapsamının sınırlı olmasına rağmen anti-nükleer aktivistlerin ayaklanmasına neden olmuştur. Bazı şehirlerdeki yerel siyasetçiler ülkenin nükleer enerjiye olan aşırı bağlılığına karşı duydukları endişelerini dile getirmiştir (Kim ve Chung 2018, 118). Güney Kore'nin 2017 yılındaki Başkanlık seçimlerinde Moon Jae-in'in kazanmasıyla bu yaklaşım üst kademelerde de görülmeye başlamış ve yeni yönetimle birlikte Güney Kore'nin nükleer enerji politikasında değişiklikler yaşanmıştır.

Dönemin Güney Kore Başkanı Moon, nükleer enerji konusunda diğer hükümet görevlilerinden çok daha farklı bir politika izlemiştir. Diğer hükümetler enerji güvenliğini nükleer enerjiyle sağlamaya çalışırken Moon yönetimi, hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirliğe öncelik vererek güvenli ve temiz enerji üretimine odaklanmıştır. Nükleer enerjiden sonra güvenli ve temiz enerjiye geçmek için iki yöntem belirlenmiştir. Bunlardan ilki; nükleer enerji üretimini sıfırlayacak bir yol haritası çizmek, ikincisi ise güncel enerji fiyatlarını makul bir seviyeye getirmek ve enerji üretimini merkeze bağlı olmadan gerçekleştirmektir. Diğer bir deyişle; hükümet, nükleer enerji üretimini sonlandırmak ve enerji fiyatlarının artmasını engelleyerek

enerji üretiminin artık devlet eliyle değil özel sektör üzerinden yapılmasını sağlamak istemiştir. Bu hedefleri gerçekleştirmek için yeni nükleer güç santrali yapımlarının durdurulması ve ömrü dolan nükleer güç santrallerinin kapatılması, nükleer atık yönetimi politikasının vatandaşlardan oluşan jüri heyetinin oylarıyla yeniden değerlendirilmesi ve nükleer güç santrali sökümü alanında yerel endüstriyi geliştirmek için Kori 1 nükleer güç santralının kapatılması gibi politikalar benimsenmiştir. Ayrıca Moon yönetimi, Enerji Dönüşümü Yol Haritası ve Sekizinci Elektrik Planlaması (2017-2031) projeleriyle enerji dönüşümü programını hayata geçirmiştir. 3020 Eylem Planı olarak da bilinen Enerji Dönüşümü Yol Haritası, güvenli ve temiz enerjiye geçişi sağlamak amacıyla 2030 yılına kadar yenilenebilir enerji üretimi oranını %20'lere çıkarmayı planlamıştır. Bu planı gerçekleştirebilmek için yönetim, yeni nükleer güç santrali yapımlarını durdurma ve ömrünü tamamlayan nükleer güç santrallerinin ömürlerini uzatmama politikası gütmüştür (Lee 2021, 88). Bu politikalar sonucunda, Kori 1 ve Wolsung 1 nükleer güç santralleri kapatılmıştır. Shin Kori 5 ve 6 nükleer güç santrallerinin de yapımının durdurulması planlanmış ancak vatandaşlardan oluşan jüri heyetinin oylarıyla bu santrallerin yapımına devam edilmesine karar verilmiştir. Fakat bu kararı verirken jüri heyeti, gelecekte toplam enerji tüketimi içinde nükleer enerji oranının düşürülmesini tavsiye etmiştir (Nguyen 2019, 69).

Sekizinci Elektrik Planlaması'nda ise daha önceki elektrik planlarının aksine istikrarlı enerji üretimi ve ekonomik verimliliğe odaklanmaktansa çevresel sürdürülebilirliğe ve güvenliğe odaklanılmıştır. Plan, 2017-2031 yılları arasında nükleer enerji ve fosil yakıt kullanımını azaltmayı ve temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının oranını artırmayı amaçlamıştır (Lee 2021, 88).

Sonuç olarak; 1948 yılında yeni kurulan bir ülke olarak Güney Kore, 1950'li yılların ortalarında nükleer enerji teknolojisine ilgi duymaya başlamıştır. Yeni kurulduğu dönemde birçok sorunla uğraşırken aynı zamanda nükleer enerji teknolojisi alanındaki bilgisini çoğaltmak için birçok girişimlerde bulunmuştur. Dünyada yaşanan enerji krizleri ve enerji ithalatına olan bağımlılığı, Güney Kore'nin nükleer enerji teknolojisi üzerine yaptığı çalışmalara daha çok önem vermesine neden olmuştur. Güney Kore; araştırma ve geliştirme faaliyetleri, eğitim programları ve yeni

nükleer güç santrali projeleriyle giderek nükleer enerji teknolojisi alanında kendini geliştirmiş ve kendi nükleer güç santralini tasarlayacak bilgiye sahip olmuştur. Hatta Birleşik Arap Emirlikleri'yle nükleer güç santrali kurulmasına dair anlaşma imzalanmıştır. Ancak 2011 yılında yaşanan Fukushima Daiichi kazası, nükleer enerji sektöründe yaşanan yolsuzluklar ve Kori 1 nükleer güç santralinin kötü yönetilmesi, Güney Kore'deki anti-nükleer hareketlerin büyümesine zemin hazırlamıştır. 2017 yılında Moon Jae-in'in Başkan seçilmesiyle birlikte Güney Kore'nin nükleer enerji politikası farklı bir yöne doğru evrilmiştir. Bu dönemde nükleer enerjiden temiz, güvenli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru geçiş politikası uygulanmaya başlanmıştır.

2.2.1. Günümüzde Güney Kore'nin Nükleer Enerji Politikası

Günümüzde Güney Kore'nin 25 aktif nükleer güç santrali bulunmaktadır. Halen daha yapımı devam eden 3 nükleer güç santrali vardır. Elektrik üretiminin %30,4'ünü nükleer enerjiden sağlayan Güney Kore, 2022 yılı verilerine göre nükleer enerjiden elektrik üreten ülkeler arasında dünyada 5. sırada yer almaktadır. Fosil enerji kaynakları bakımından fakir olması nedeniyle nükleer enerji, Güney Kore için önemli alternatif enerji kaynaklarından biridir.

1950'li yıllardan itibaren nükleer enerji teknolojisinin geliştirilmesinde önemli adımlar atan ve bu çabalar sonunda kendi nükleer güç santrallerini tasarlamaya başlayan Güney Kore'nin nükleer enerji politikası, 2017 yılı Başkanlık seçimlerinde Moon Jae-in'in kazanmasıyla değişikliğe uğramıştır. Moon Jae-in yönetimi; yeni nükleer güç santrallerinin yapımını durdurma, mevcut nükleer güç santrallerinin ömürlerini uzatmama ve yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji sepeti içindeki oranını yükseltme politikalarını gütmüştür. Ancak, Mart 2022 Başkanlık seçimlerini Yoon Suk-yeol'un kazanmasıyla birlikte Güney Kore'nin nükleer enerji politikası yeniden değişmiştir.

Güney Kore Başkanı Yoon Suk-yeol, bir önceki Moon Jae-in yönetiminden farklı bir nükleer enerji politikası benimsemiştir. 5 Temmuz 2022 tarihindeki kabine toplantısında açıklanan Güney Kore'nin yeni enerji politikaları arasında nükleer enerjiye büyük bir yer verilmiştir.

Öncelikle, toplantıda Rusya ve Ukrayna arasında yaşanan savaş ve enerji tedarik zincirinde yaşanan belirsizlikler yüzünden enerji güvenliğinin ve karbon nötr enerji kaynaklarının çok önemli olduğu vurgulanmıştır. Bu nedenle, karbon nötr hükümet projelerini gerçekleştirmek ve nükleer enerji üretimini artırmak için beş tane yeni hedef belirlenmiştir. Bu hedeflerden ilki, Shin Hanul 3 ve 4 nükleer reaktörlerinin yapımına devam edilmesi ve 2030 yılına kadar nükleer enerji oranının minimum %30'a çıkartılmasıdır. Bu hedefi gerçekleştirmek için yapım aşamasında olan nükleer güç santrallerinin yapımı tamamlanacak ve aktif olarak çalışan nükleer güç santralleri de normal operasyonlarına devam edecektir. Yenilenebilir enerji arzıyla ilgili hedefler, rasyonel ve realistik arz koşulları hesaba katılarak yeniden belirlenecektir. İkinci hedef, enerji güvenliği yasası çıkartılarak enerji krizi yaşanmasına karşın erken uyarı sisteminin kurulması ve enerji güvenliğiyle ilgili kapsamlı tedbirlerin alınması ile ilgilidir. Üçüncü hedef, verimliliği sağlamak için arz merkezli politikalar yerine talep merkezli politikaların benimsenmesini içermektedir. Dördüncü hedef, yeni enerji endüstrilerinin ihracat oranlarının artırılmasıdır. Bunu gerçekleştirmek için Güney Kore, 2030 yılına kadar 10 nükleer güç santrali ihraç etmek, kendi Küçük Modüler Reaktör'ünü (SMR) geliştirmek ve nükleer enerji ekosistemini yeniden canlandırmak istemektedir. Ayrıca hükümet, diğer temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarını da kullanarak yeni enerji endüstrilerini güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Böylelikle bu endüstriler, hükümetin ekonomik büyüme hedeflerini gerçekleştirmede önemli bir rol oynayacaktır. Beşinci ve son hedef ise enerjiyi vatandaşlara rahatça ulaştırmak ve halkın enerji politikalarıyla ilgili farkındalığını artırmaktır (*Republic of Korea Ministry of Trade, Industry and Energy* 2022).

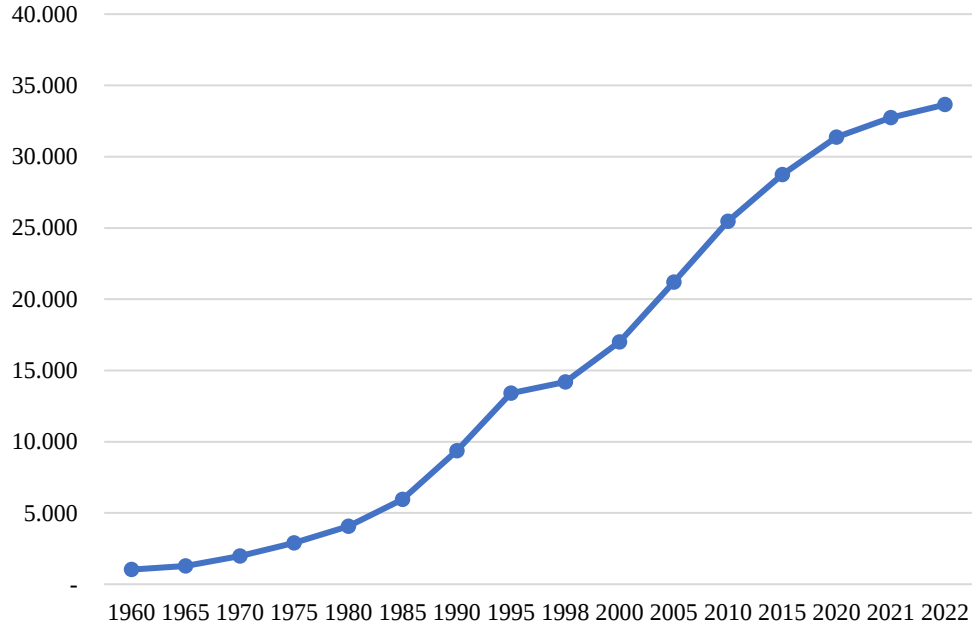
Özetle; Güney Kore Başkanı Yoon Suk-yeol, bir önceki Moon Jae-in yönetiminden farklı olarak nükleer enerji üretimini artırma politikalarını benimsemiştir. Örneğin; eski yönetim tarafından çeşitli gerekçelerle yapımı durdurulan Shin Hanul 3 ve 4'ün yapımının devam ettirilmesine karar verilmiştir. Ayrıca, 2030 yılına kadar nükleer enerji oranının minimum %30'a çıkartılması ve yeni nükleer güç santrallerinin başka ülkelere ihraç edilmesi planlanmıştır. Sonuç olarak; günümüzde Moon Jae-in yönetiminden sonra Güney Kore, yeniden nükleer enerji alanındaki politikalarına kaldığı yerden devam etmektedir.

2.3. NÜKLEER ENERJİNİN GÜNEY KORE EKONOMİSİNE KATKILARI

1960'lı yıllarda sanayileşmeye başlayan Güney Kore, dünyadaki hiçbir ülkede görülmeyecek hızda ekonomik büyüme gerçekleştirmiştir. Örneğin, 1961 yılında %6,9 olan gayri safi yurtiçi hasılası, 1969 yılında %14.6'ya ulaşmıştır ("GDP Growth (annual %) - Korea, Republic" t.y.). Güney Kore hükümetinin uyguladığı 5 yıllık ekonomik kalkınma planları bu ekonomik büyümenin temellerini oluşturmuştur. Ekonomik kalkınma planlarının ilk zamanlarında yiyecek, içecek ve tekstil gibi hafif sanayiler üzerine odaklanılmıştır. Ayrıca, ucuz iş gücünden faydalanarak ihracat odaklı seri üretim yapılmıştır (Lee vd. 2009, 549).

1970'li yıllarda hükümet, emek yoğun sanayilerden sermaye yoğun sanayilere geçiş yapmıştır. Hükümet, ağır ve kimyasal sanayi stratejisi kapsamında otomobil, çelik, gemi inşaatı, makine, petro-kimya ve elektronik sanayilerinin kurulmasını ve güçlendirilmesini teşvik etmiştir. Dönemin Güney Kore Başkanı Park, ulusal rekabeti artırmaları amacıyla "chaebol" olarak adlandırılan bazı ekonomik elitleri kimya ve makine gibi stratejik sanayilere yatırım yapmaları için ikna etmiştir (Karsan ve Atay 2013, 293).

Ağır sanayiler, ulusal ekonomik kalkınmanın itici gücü olmuştur. Ağır sanayiler sayesinde sanayi sektörü büyümüş ve ekonomi kalkınmaya başlamıştır (Lee vd. 2009, 550). Aşağıdaki Şekil 19.'da görüldüğü üzere 1970'li yıllar sonrasında Güney Kore'de kişi başına düşen milli gelir giderek artmış, 2022 yılında 33.644,65 ABD doları seviyesine yükselmiştir. 1997 yılında yaşanan Asya Ekonomik Krizi'yle birlikte kişi başına düşen milli gelirden düşmeler yaşansa da ekonomi daha sonradan yeniden toparlanmış ve kişi başına düşen milli gelir yeniden yükselişe geçmiştir.



Şekil 19. Güney Kore'nin Kişi Başına Düşen Milli Gelir Oranı (ABD Doları)
Kaynak: ("Data Bank: World Development Indicators" 2023).

Güney Kore'nin ekonomik olarak kalkınmaya başladığı yıllarda enerji talebi sürekli büyümüştür. Hatta bu dönemde enerji talebi ekonomik büyümeden daha hızlı bir şekilde artmıştır. Ancak fosil yakıtlar bakımından fakir olması nedeniyle Güney Kore, enerji talebinin büyük çoğunluğunu dışarıdan ithal ederek karşılamıştır. Enerji ithalatına olan bağımlılık, Güney Kore'nin enerji krizlerinden ciddi bir şekilde etkilenmesine neden olmuştur. Özellikle 1970'li yıllarda yaşanan petrol krizi, Güney Kore'nin enerji piyasaları karşısındaki hassas konumunu gözler önüne sermiş ve alternatif enerji kaynaklarına yönelmesine yol açmıştır (Lee vd. 2009, 550).

Nükleer enerjinin alternatif enerji kaynağı olarak kabul edilmesiyle birlikte Güney Kore, nükleer enerji teknolojisine büyük yatırımlarda bulunmuştur. Nükleer güç santrallerinin devreye girmesi ve yerel unsurların nükleer enerji sektörüne katılması, elektriğin daha ucuz üretilmesine neden olmuştur. Ucuz elektrik, mal ve hizmetlerin daha ucuz maliyetlerle üretilmesine olanak tanımıştır. Hane halkının uygun fiyatlı ürünlere ulaşması beraberinde ekonomik refah seviyesinin yükselmesine yol açmıştır.

Nükleer enerji sayesinde uygun fiyata üretilen mal ve hizmetler, aynı zamanda dış ticaretin de canlanmasına neden olmuştur. Uygun fiyatlı ürünler, Güney Kore'nin uluslararası arenada rekabet edebilirliğini artırmış ve ihracat oranlarının büyümesine yol açmıştır. Ayrıca, nükleer enerjinin gelişmesiyle birlikte yüksek teknolojili ürünler de üretilmeye başlanmıştır. Bu ürünlerin dışarıya ihraç edilmesi ihracat oranını olumlu yönde etkilemiştir. Tablo 3.'te görüldüğü üzere nükleer enerjinin kullanılmaya başlanmasından tam iki yıl sonra 1980 yılında Güney Kore'nin toplam ihracat oranı, 1975 yılındaki ihracat oranına göre neredeyse 4 katı artmıştır. Daha sonraki yıllarda da bu oran giderek artmaya devam etmiştir.

Tablo 3. Güney Kore'nin Toplam Mal ve Hizmet İhracatı	
Yıl	ABD Doları (Bin Dolar)
1960	32.827
1965	175.082
1970	835.185
1975	5.081.016
1980	17.504.862
1985	30.283.122
1990	65.015.731
1995	125.057.988
2000	172.267.510
2005	284.418.743
2010	466.383.762
2015	526.756.503
2020	512.498.038
2021	644.400.368
2022	683.584.760

Kaynak: ("K-Statics" 2023).

Tablo 4.'te belirtilen Güney Kore'nin ilk ondaki ihracat kalemleri incelendiğinde düşük katma değerli ürünlerin yerini zamanla yüksek katma değerli ürünlere bıraktığı görülmektedir. 1960 yılında demir cevheri gibi daha çok ham madde ihraç eden Güney Kore, 1970 yılında ihracatında işlenmiş ürünlere daha fazla yer vermiştir. Tablodaki 2022 yılındaki ihracat kalemlerine

bakıldığında ise elektronik aletler, araçlar ve makinelerin Güney Kore'nin ihracatında önemli bir yer kapladığı anlaşılmaktadır. Güney Kore sanayisindeki bu dönüşümün hükümetin uyguladığı nükleer enerji politikasıyla ilgisi bulunmaktadır. Nükleer enerji, bu noktada hem sanayi sektöründeki enerji ihtiyacının karşılanmasına hem de yüksek teknoloji ürünlerin üretilmesine neden olmuştur. Yüksek katma değerli ürünlerin ihracı da ülke ekonomisine katkı sağlamıştır.

Tablo 4. Güney Kore'nin En Çok İhraç Ettiği İlk On Ürün ve Yüzdesi (1960-2022)					
1960	%	1970	%	2022	%
Demir Cevheri	13.0	Tekstil, Giyecek	40.8	Elektronik Aletler	30.8
Volfram	12.6	Kontrplak	11.0	Araçlar	11.1
Ham İpek	6.7	Peruk	10.8	Makineler	10.7
Kömür	5.8	Demir Cevheri	5.9	Mineral Yakıtlar	9.5
Kalamar	5.5	Elektronik	3.5	Plastikler	6.0
Diğer Balıklar	4.5	Konfeksiyon Ürünleri	2.3	Demir ve Çelik	4.1
Grafit	4.2	Ayakkabı	2.1	Organik Kimyasallar	3.6
Kontrplak	3.3	Tütün Ürünleri	1.6	Optik ve Tıbbi Aletler	2.7
Tahıl Ürünleri	3.3	Çelik Ürünler	1.5	Gemiler ve Botlar	2.5
Kürk	3.0	Metal Ürünler	1.5	İnorganik Kimyasallar	2.3

Kaynak: (Yang, Kim, ve Han 2006, 603; Workman 2023).

Zamanla nükleer enerji teknolojisinde gelişmeye başlayan Güney Kore, başka ülkelere nükleer güç santrali ihraç edecek seviyeye ulaşmıştır. 2009 yılında Güney Kore ve Birleşik Arap Emirlikleri, nükleer güç santrali inşa edilmesi için karşılıklı anlaşma imzalamışlardır. 4 reaktörden oluşan Barakah Nükleer Güç Santrali'nin ilk reaktörü Ağustos 2020, ikinci reaktörü Mart 2022, üçüncü reaktörü ise Şubat 2023'te faaliyete geçmiştir. Projenin toplam maliyeti 25 milyar dolara ulaşmıştır (*TRT Haber* 2023). Santralin son reaktörünün de faaliyete geçmesiyle birlikte proje tamamlanacaktır. Böylelikle Güney Kore, nükleer enerjinin sadece ucuz elektriğinden değil aynı zamanda teknoloji ihracatından da faydalanmış olacaktır.

Yukarıda verilen bilgiler dışında nükleer enerji tüketiminin Güney Kore'nin ekonomik büyümesini artırıp arttırmadığına dair çeşitli bilimsel araştırmalar yapılmıştır. Örneğin; Yoo ve

Jung, 1977 ve 2002 yılları arasındaki verileri kullanarak Granger nedensellik yöntemiyle Güney Kore’de nükleer enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir ilişki olup olmadığını incelemiştir. Çalışmanın sonunda, kısa ve uzun vadede nükleer enerji tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek taraflı nedensellik bağlantısının olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda, nükleer enerji tüketimindeki azalma Güney Kore’nin ekonomik büyümesini olumsuz yönde etkileyecektir. Ekonomik büyümenin kötü yönde etkilenmemesi için hükümetin nükleer enerji endüstrisini desteklemesi gerekmektedir (Yoo ve Jung 2005, 108).

Özcan ve Arı, seçtiği 13 OECD ülkesinin (Belçika, Kanada, Fransa, Almanya, Hollanda, İspanya, İsveç, İngiltere, ABD, Japonya, İsviçre, Finlandiya ve Güney Kore) 1980 ve 2012 yılları arasındaki verilerini kullanarak nükleer enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında bağlantı olup olmadığını analiz etmiştir. Kullandıkları panel yöntemi sonucunda Almanya, Hollanda, İsveç, İngiltere, İsviçre ve Güney Kore’de nükleer enerji tüketiminin reel gayri safi yurtiçi hasılayı arttırdığı tespit edilmiştir. Nükleer enerjinin verimsiz bir şekilde kullanılması nedeniyle Fransa ve İspanya’daki nükleer enerji tüketiminin reel gayri safi yurtiçi hasılayı azalttığı anlaşılmıştır. Belçika, Kanada, İngiltere, Japonya ve Finlandiya’da ise nükleer enerji tüketiminin gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde önemli bir etkisi olmadığı kanısına varılmıştır. Sonuç olarak, araştırmaya göre nükleer enerji tüketiminin Güney Kore’nin ekonomik büyümesine olumlu yönde etki ettiği tespit edilmiştir. Ayrıca çalışmada Güney Kore’de nükleer enerji tüketimi ve işgücü arasında da pozitif yönde bağlantı bulunmuştur. Diğer bir deyişle, nükleer enerji tüketiminin Güney Kore’deki işgücünü artırdığı anlaşılmıştır (Özcan ve Arı 2017, 149). Bu nedenle, Güney Kore’deki nükleer enerji endüstrisinin gelişmesi, aynı zamanda ekonominin de büyümesine yol açacaktır. Ekonomik büyümesini devam ettirmek isteyen Güney Kore hükümeti, nükleer enerji teknolojisini kullanmaya devam etmelidir.

2.4. GÜNEY KORE’NİN NÜKLEER ENERJİ ALANINDA GELİŞMESİNİN FAKTÖRLERİ

Güney Kore, yeni kurulduğu dönemde bir yandan ekonomik sorunlar ve dış tehditlerle uğraşırken diğer yandan nükleer enerji teknolojisiyle ilgili çalışmalar yapmıştır. Önemli iç ve dış sorunlarına rağmen Güney Kore, uyguladığı politikalar sayesinde kurulduktan otuz yıl sonra ilk nükleer güç santraline kavuşmuştur. Güney Kore’nin görece kısa bir süre içerisinde oldukça maliyetli ve bilgi birikimi isteyen bir teknolojiye sahip olması, nükleer enerji teknolojisini öğrenmek için gösterdiği çabaları kanıtlar niteliktedir. Nükleer enerji teknolojisine sahip olmak isteyen ülkelerin, Güney Kore’nin nükleer enerji politikalarını iyi bir şekilde incelemesi gerekmektedir. Bu bölümde, Güney Kore’nin nükleer enerji teknolojisinde başarılı olmasının nedenleri anlatılacaktır.

Güney Kore’nin nükleer enerji alanındaki başarısının en önemli unsurlarından biri, sıkı örgütlenme biçimidir. Nükleer enerji teknolojisini öğrenmek amacıyla kurulan Atom Enerjisi Departmanı, KAERI ve KEPCO gibi kurumlar; nükleer enerji mühendisliği, elektronik, fizik, kimya, makine mühendisliği jeoloji, metroloji, ekonomi, fizyoloji, politika, diplomasi ve daha birçok disiplinden faydalanmışlardır. Bu kurumlar, bütün örgüt üyelerini ilgili alanlara yönlendirmiş, etkili bir şekilde gerekli bilgileri üyelerine aktarmış ve planlar geliştirmiştir. Ayrıca bu kurumlar tarafından yabancı uzmanlar Güney Kore’ye davet edilerek onların nükleer enerji alanındaki bilgi ve deneyimlerinden faydalanılmıştır (Choi vd. 2009, 5497-5498). Özetle, örgütler bilgi ve deneyimin üyelerine aktarılmasında önemli bir rol oynamıştır. Böylelikle, örgütler sayesinde Güney Kore’de nükleer enerji alanında yetkin insan kaynağı oluşmuştur.

Güney Kore, hükümetin nükleer enerji programına olan bağlılığı ve halkın desteği sayesinde nükleer enerji politikasını başarılı bir şekilde yürütmüştür. Güney Kore’nin ilk Başkanı Sungman Rhee, nükleer enerji programına uluslararası desteği sağlamak için ABD ve IAEA ile anlaşmalar yapmıştır. Kısa bir süre sonra nükleer enerji programını planlamak ve geliştirmek amacıyla hükümet tarafından Atom Enerjisi Departmanı kurulmuş ve doğrudan Başkan’a

bağlanmıştır. Nükleer enerjiyle ilgili güçlü örgütlerin kurulması, hükümetin programa olan bağlılığını herkese göstermiş ve birçok paydaşı kendi tarafına çekmesine yardımcı olmuştur (Choi vd. 2009, 5498). Böylelikle, hükümet uzun vadeli nükleer enerji politikasını herhangi bir aksaklığa uğramadan devam ettirmiş ve sürekli olarak bu stratejisini olağan koşullara göre güncellemiştir. Ancak 1970'lerde nükleer enerji programının planlama ve uygulama aşamalarıyla doğrudan ilgilenen yönetimin rolü, zamanla destekleyici bir hal almaya başlamıştır. Örneğin, hükümet nükleer güç santrallerinin yerelleşmesiyle ilgili girişimlerde bulunurken planın uygulanmasıyla ilgili KEPCO'ya yetki vermiştir (Sung ve Hong 1999, 312). Böylelikle; yan rolden ana role geçen örgütler, hükümetin desteğini alarak çalışmalarına devam etmiş ve nükleer enerji programının başarılı bir şekilde yürütülmesine katkıda bulunmuşlardır.

Nükleer güç santrallerinin yüksek yapım maliyetleri ve uzun inşaat süreleri nedeniyle gelişmekte olan ülkelerde özel şirketler, genellikle nükleer güç santrallerine yatırım yapmaktan kaçınmaktadır. Hatta ABD ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde bile özel şirketler finansal risk yüzünden nükleer güç santrallerine yatırım yapmakta isteksizdir. Bu nedenle hükümet, nükleer enerji programında karşılaşılabilecek finansal risk unsuruna karşı yatırımcılara güvence vermelidir. Bu durumun farkında olan Güney Kore yönetimi, döviz rezervlerinin yetersizliği nedeniyle ilk nükleer güç santralının yapımına KEPCO aracılığıyla EXIM Bank'tan borç alarak başlamıştır. Ancak Güney Kore hükümeti, borcun ödeneceğine dair bankaya garanti vermiş ve nükleer enerji yatırımına öncelik vereceğini bildirmiştir. Hükümetin bu girişimleri, ulusal nükleer enerji programına katılanların finansal riskini önemli derecede azaltmıştır. Finansal risk ve belirsizliğin azaltılmasıyla beraber ulusal nükleer enerji programı başarıyla yürütülmüştür (Choi vd. 2009, 5499).

Three Mile Island ve Çernobil kazasından sonra birçok gelişmiş ülke, nükleer enerji programlarını iptal etmiş ve yeni nükleer güç santrali yapımlarını durdurmuştur. Bunun sonucunda, nükleer enerji programlarına devam etmek isteyen ülkelerin istekleri tedarikçilerle yapılan sözleşmeleri etkilemeye başlamıştır. Böylelikle tedarikçiler, ülkelerin teknoloji transferiyle ilgili isteklerini karşılamak zorunda kalmıştır. Güney Kore de bu dış ortamdan

faaydalanarak 1980’li yılların ortalarında yabancı tedarikçilerin alt yüklenici olarak nükleer güç santrali projelerine katılmasını ve bu projeler boyunca yerel firmalara bilgi ve deneyimlerini aktarmasını talep etmiştir (Sung ve Hong 1999, 314). Teknoloji transferi sonucunda bilgi ve deneyimi artan yerel firmalar, ileriki zamanlarda Güney Kore’nin kendi nükleer güç santralini inşa etmesinde büyük rol oynamıştır.

Nitelikli işgücü de Güney Kore’nin nükleer enerji programının başarılı bir şekilde yürütülmesinde başlıca rol oynamıştır. Örneğin KAERI gibi örgütler, istenilen nitelikli işgücünü sağlamak için eğitim programları düzenlemiştir. Hükümet ise oluşturduğu insan kaynağını muhafaza etmek amacıyla bu alanda kendini geliştiren kişilere yüksek pozisyonlar ve maaşlar vaat etmiştir (Choi vd. 2009, 5500). Eğitimlerin sonucunda yeterli bilgi ve deneyime ulaşan uzmanlar, Güney Kore’nin nükleer enerji programının altyapısını kuvvetlendirmiştir.

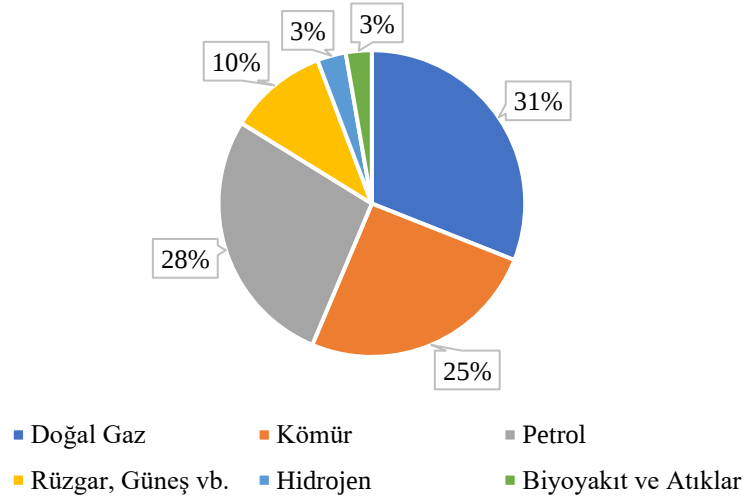
Halkın nükleer enerjiye karşı büyük bir direniş göstermemesi, Güney Kore hükümetinin nükleer enerji programını başarılı bir şekilde sürdürmesine yol açmıştır. Halkın bu konuda muhalif tutum sergilememesinin en önemli nedeni, 1970’lerdeki petrol krizlerinin ve Kori 1 nükleer güç santralinin ticari faaliyetlerinin etkisiyle nükleer enerjinin halk tarafından ekonomik ve güvenilir bir enerji kaynağı olarak kabul edilmesidir. Ayrıca Güney Kore’nin nükleer enerji programının başlarında askeri ve otoriter bir rejimle yönetilmesi, bu konuda halk arasında muhalif düşüncelerin ve dolayısıyla farkındalığın oluşmasını engellemiştir. Bu nedenle nükleer enerji projeleri, reaktör alanları seçilirken herhangi bir engelle karşılaşmadan kolaylıkla yürütülmüştür. Ancak Three Mile Island ve Çernobil kazasından sonra halk, nükleer tesislerin güvenliğınden endişe duymaya başlamıştır. Tam bu sırada Güney Kore, demokratikleşme sürecine girmiştir. Demokratikleşme sürecinin etkisiyle anti-nükleer hareketler, muhalefete katılarak iktidarın karşısında yer almıştır (Yang ve Yi-chong 2011, 154-155). Ancak bu muhalif hareketler, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi Güney Kore’de çok etkili olamamış, hükümet nükleer enerji programına çok büyük bir zorlukla karşılaşmadan devam etmiştir. Anti-nükleer hareketler, daha çok güvenlik meseleleri üzerinde durmuştur. Bu hareketler, hükümetin nükleer enerjiyle ilgili ulusal güvenlik düzenlemeleri yapmasına ve araştırma enstitüsü kurmasına katkı

sağlamıştır. Böylelikle, Güney Kore nükleer enerji programına devam etmiş ve bu alanda önemli bilgi ve deneyime sahip olmuştur (Sung ve Hong 1999, 314).

Sonuç olarak; 1950’li yıllarda nükleer enerji teknolojisinde sınırlı bilgiye sahip olan Güney Kore, 1990’lı yıllarda tasarımını kendi yaptığı nükleer güç santralleri kurmaya başlamıştır. Güney Kore’nin yaklaşık kırk yıllık sürede nükleer enerji teknolojisinde bu kadar başarılı olmasının ana nedenleri dörde ayrılabilir. Bunlar; hükümetin nükleer enerjiye büyük destek sağlaması, 1979 yılında Three Mile Island’da ve 1986 yılında Çernobil’de yaşanan kazalar nedeniyle nükleer enerji teknolojilerine duyulan ilginin azalması, kalifiyeli ve yetenekli işgücüne sahip olması, araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin düzenlenmesi ve uluslararası işbirliklerinin kurulmasıdır (Yang ve Yi-chong 2011, 149). Ayrıca; Güney Kore’nin merkezi siyasi ve idari yapısı, hükümetin nükleer enerji politikalarını istikrarlı bir şekilde gerçekleştirmesine ve iç ve dış çevrede yaşanan değişimlerle etkili bir şekilde başa çıkmasına olanak vermiştir (Park 1992, 730-731).

2.5. TÜRKİYE’NİN ENERJİ KAYNAKLARI AÇISINDAN GENEL DURUMU

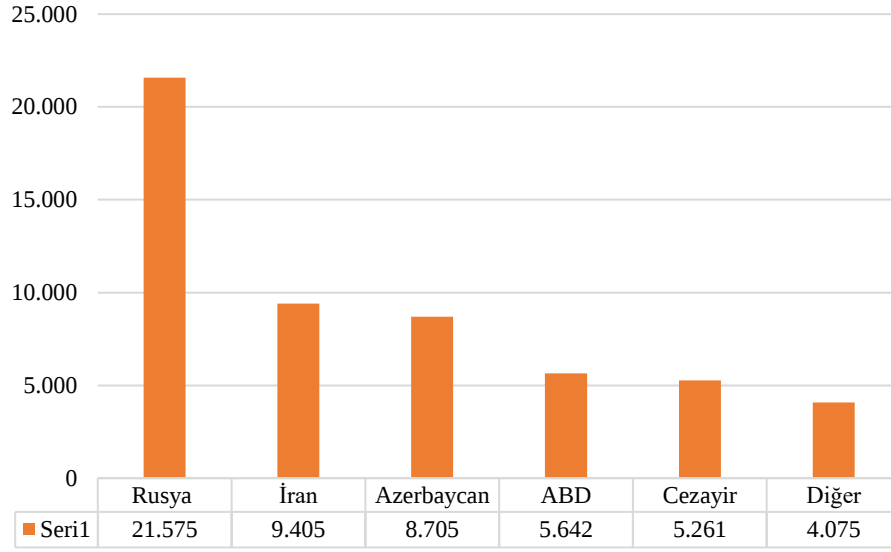
Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’nin enerji kaynaklarına olan ihtiyacı her geçen gün artmaktadır. Ancak yeterli derecede fosil enerji kaynaklarına sahip olamaması nedeniyle Türkiye, enerji ihtiyacının büyük bir çoğunluğunu dışarıdan karşılamaktadır. Fosil yakıtların ithalatı, Türkiye’nin hem ekonomisini hem de enerji güvenliğini tehlikeye atmaktadır. Ancak Türkiye son zamanlarda enerji konusunda büyük girişimlerde bulunmaktadır. Bu nedenle, uzun vadede Türkiye’nin enerji kaynaklarına olan bağımlılığının zamanla azalacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 20. Türkiye'nin Toplam Enerji Arzı (2021 Yılı)
Kaynak: ("IEA" 2023).

Şekil 20.'de görüleceği üzere fosil yakıtların Türkiye'nin toplam enerji arzındaki payı diğer enerji kaynaklarına göre oldukça yüksektir. 2021 yılında doğal gaz en çok arz edilen enerji kaynağı olmuştur. Kömür ise %3'lük farkla petrolün ardında yer almıştır. Rüzgar, güneş ve diğer yenilenebilir enerji kaynakları, hidrojen ve biyoyakıt ve atıklar toplam enerji arzının küçük bir kısmını oluşturmuştur.

Doğal gaz, Türkiye'nin en çok kullandığı enerji kaynaklarından biridir. Ancak doğal gaz rezervlerinin yetersiz kalması nedeniyle üretim ile tüketim arasında büyük bir fark mevcuttur. Türkiye, 2022 yılında 379,810 Milyon Sm^3 doğal gaz üretmiştir ("Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu" 2023, 3). Türkiye'nin aynı yıldaki tüketim oranı ise 53.521.059.863 Milyon Sm^3 olmuştur ("Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu" 2023, 69). Bu nedenle Türkiye, doğal gaz ihtiyacının büyük bir çoğunluğunu ithal ederek karşılamak zorunda kalmıştır.



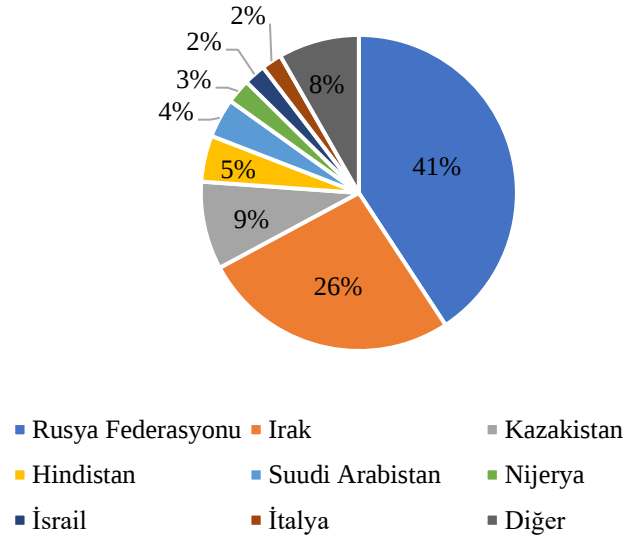
Şekil 21. Türkiye'nin 2022 Yılı Doğal Gaz İthalat Miktarları (Milyon Sm³)
Kaynak: ("Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu" 2023, 12).

Şekil 21.'de görüleceği üzere Türkiye, doğal gaz ithalatının önemli bir kısmını Rusya üzerinden karşılamaktadır. İran, Azerbaycan, ABD ve Cezayir; Rusya'dan sonra en çok doğal gazın ithal edildiği ülkeler arasında yer almaktadır. 2022 yılında toplam 54.663 Milyon Sm³ doğal gazın yurt dışından ithal edildiği göz önüne alındığında doğal gaz bakımından Türkiye'nin büyük ölçüde dışarıya bağımlı olduğu görülmektedir. Yetersiz doğal gaz rezervleri bu durumun ana nedenlerindendir. Ancak yakın zamanlarda Karadeniz Bölgesi'nde keşfedilen 710 milyar metreküplük doğal gaz rezervinin ithalat oranlarını düşüreceği tahmin edilmektedir. Yapılan plan kapsamında bölgedeki doğal gaz, fazlar halinde çıkarılacaktır. Faz 1 kapsamında planlanan 10 kuyunun 5'i devreye alınmıştır. Kalan 5 kuyunun ise Eylül ayı sonunda aktif hale geleceği düşünülmektedir. Faz 2 üretimine 2026 yılında başlanacağı, faz 3 üretimine ise Amasra sahasının üretime dahil edilmesiyle 2028 yılında geçileceği öngörülmektedir. Günlük gaz üretiminin faz 1'de 10 milyon metreküp, faz 2'de 40 milyon metreküp, faz 3'te ise 60 milyon metreküpe ulaşacağı ifade edilmektedir ("Karadeniz Gazı Karaya Ulaştırılıyor" 2023). Dolayısıyla yeni doğal gaz rezervlerinin kullanılmasıyla birlikte Türkiye'nin doğal gaz ithalatı kısmen azalabilir. Hatta Rusya-Ukrayna savaşı nedeniyle Batılı ülkelerin enerji tedarikinde yaşadığı sorunlar, Türkiye'nin yeni doğal gaz rezervlerini kullanarak Batılı ülkelere doğal gaz ihraç etmesine yol açabilir. Böylelikle, Türkiye'nin doğal gaz piyasası içerisindeki ithalatçı

konumu ihracatçı konumuna evrilerek doğal gaz ticaretinden önemli ölçüde gelir elde etmesine neden olabilir.

Petrol, Türkiye'nin günlük yaşamında, mal ve hizmet üretiminde kullandığı en önemli enerji kaynaklarından biridir. Türkiye'nin 2021 yılındaki ham petrol üretimi 3.441,659 milyon ton olmuştur. 2022 yılında ise 3.583,04 milyon ton ham petrol üretilmiştir ("Yıllar İtibariyle Ham Petrol ve Doğalgaz Üretimi" 2023). 2021 yılı toplam petrol tüketimi ise 44.650 milyon tona ulaşmıştır ("BP Energy Charting Tool" t.y.). Yukarıdaki veriler dikkate alındığında, üretimin yetersiz petrol rezervleri nedeniyle sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu nedenle Türkiye, petrol ihtiyacını karşılamak amacıyla dışarıdan petrol ithal etmektedir. Ancak yakın zamanlarda keşfedilen petrol rezervlerinin Türkiye'nin petrol ithalat oranlarını düşürme olasılığı bulunmaktadır. Şırnak'ın Gabar bölgesinde keşfedilen yeni petrol sahasında yaklaşık 1 milyar varil yerinde petrol rezervinin bulunduğu, üretilebilir rezervin ise yaklaşık 600 milyon varil olduğu tahmin edilmektedir. Türkiye'nin petrol ihtiyacının onda birini tek başına karşılayabileceği söylenen bu petrol sahasının günlük 100 bin varil petrol üretebileceği öngörülmektedir. Böylelikle bu rezervin Türkiye'nin toplam günlük petrol üretimini 180 bin varile çıkarabilme ihtimali bulunmaktadır ("TRT Haber Yeni Keşfedilen Gabar Petrol Sahasında" 2023).

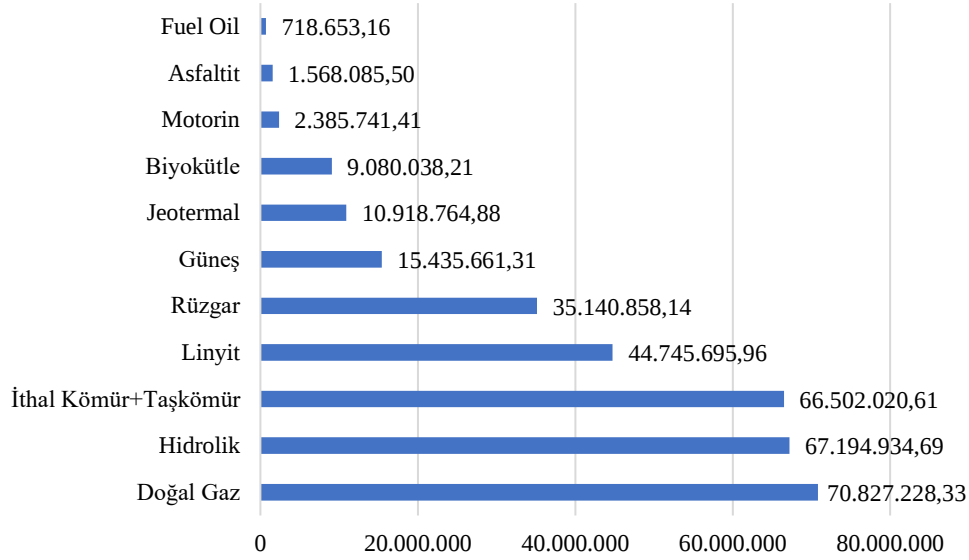
Aşağıdaki Şekil 22.'ye göre Türkiye, petrol ithalatının büyük bir çoğunluğunu Rusya üzerinden gerçekleştirmektedir. Irak ise Türkiye'nin petrol ithalatında 2. sırada yer almaktadır. Rusya'nın hem doğal gaz hem de petrol ithalatında ilk sıralarda yer alması, Türkiye'nin Rusya'ya karşı konumunu zayıflatmaktadır. Rusya ile ilişkilerin bozulması durumunda Türkiye, enerji tedarikinde önemli sorunlar yaşayabilir. Bu nedenle, Türkiye'nin enerji kaynağı arama çalışmaları ve üretimine hız vermesi gerekmektedir. Ayrıca Türkiye, alternatif enerji kaynakları kullanarak ve farklı ülkelerden doğal gaz ve petrol ithal ederek Rusya'ya olan bağımlılığını azaltabilir. Bunun sonucunda Rusya ile herhangi bir krizin yaşanması durumunda Türkiye; siyasi, ekonomik veya askeri taviz vermeden enerji sorununu çözebilecektir.



Şekil 22. Türkiye'nin 2022 Yılı Ülkelere Göre Petrol İthalat Miktarları (Ton)
Kaynak: ("Petrol Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu" 2023, 7-8).

Elektrik enerjisi, birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Türkiye'nin 2023 yılı Nisan ayı itibarıyla toplam kurulu gücü 104.524 MW'dir. Kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı ise %45,4 termik, %30,2 hidroelektrik, %11 rüzgar, %9,5 güneş enerjisi ve %1,6 jeotermal enerji şeklindedir (Hakyemez 2023, 2). Nisan ayı yağışlarının etkisiyle hidroelektrik santrallerinin elektrik üretimine olan katkısı artmıştır. Nükleer enerjinin de 2024 yılında kurulu güç arasına girmesiyle elektrik üretiminde kaynak çeşitliliği artacaktır.

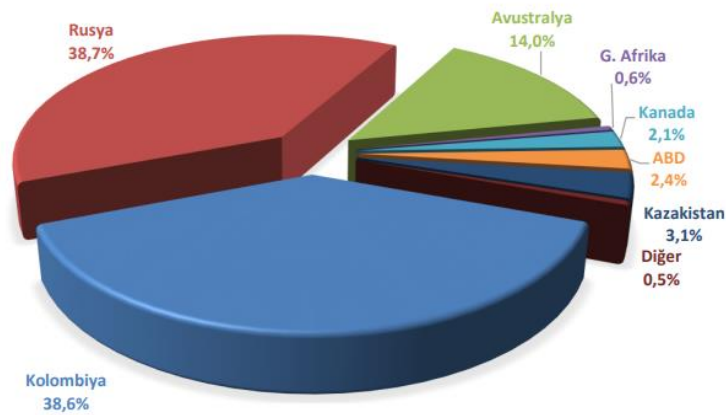
Türkiye'nin 2022 yılı brüt elektrik üretimi, 324.517,68 Gwh iken net elektrik tüketimi ise 253.621,45 Gwh'dir ("Elektrik Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu" 2023, 18). Üretim ile tüketim karşılaştırıldığında ilk bakışta Türkiye'nin elektrik enerjisi ihtiyacını karşılarken daha bağımsız olduğu anlaşılabilir. Ancak bu kaniya varmadan önce ikincil enerji kaynağı olarak elektriğin başka enerji kaynaklarından elde edildiği düşünüldüğünde elektrik enerjisi üretilirken hangi enerji kaynaklarının kullanıldığını incelemek gerekmektedir.



Şekil 23. 2022 Yılı Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (GWh)
Kaynak: (“Elektrik Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu” 2023, iii).

Şekil 23. incelendiğinde elektrik enerjisinin %21,82’lik kısmının doğal gaz, %20,70’lik kısmının hidrolik, %20,49’luk kısmının ise ithal kömür ve taş kömürü kullanılarak üretildiği görülmektedir. Doğal gaz ve kömürün dışarıdan ithal edildiği düşünüldüğünde Türkiye’nin elektrik üretiminde de bağımsız hareket edemeyeceği anlaşılmaktadır. Türkiye’nin elektrik enerjisi üretirken ham madde bakımından doğal gaz ve kömüre olan bağımlılığı, Türkiye’yi bu enerji kaynaklarına sahip olan ülkeler karşısında hassas bir konuma düşürmektedir. Ancak Türkiye, yakın zamanda elektrik enerjisi üretiminde nükleer enerjiyi de kullanmaya başlayacaktır. 2010 yılında Türkiye ile Rusya arasında 4800 MW’lık kurulu güç kapasiteli Akkuyu Nükleer Güç Santrali’nin inşa edilmesiyle ilgili anlaşma imzalanmıştır. Toplam elektrik ihtiyacının yüzde onunu karşılayacağı söylenen santralin 2024 yılında elektrik üretmeye başlayacağı tahmin edilmektedir (“Bakan Dönmez, Akkuyu’dan Elektrik Üretimi İçin Tarih Verdi” t.y.). Ancak projenin yap-sahip ol-işlet yöntemiyle gerçekleştirilmesi nedeniyle Türkiye’nin Rusya’ya olan enerji bağımlılığı azalmayabilir. Proje sadece enerji çeşitliliğinin artmasına yol açabilir.

Kömür, hem birincil hem de ikincil enerji kaynağı üretiminde Türkiye tarafından en çok tercih edilen enerji kaynakları arasında bulunmaktadır. Türkiye'nin 2021 yılı linyit üretimi 72.736.395 ton olmuştur. Yine aynı yılda taş kömürü üretimi 1.236.269 ton olurken, taş kömürü koku üretimi 4.622.938 tonu bulmuştur ("Katı Yakıtların Üretim, İthalat, İhracat, Stok Değişim ve Teslimat Miktarları" 2023). 2021 yılı yerli ve ithal taş kömürü tüketimi ise toplam 37.275 ton olmuştur ("Türkiye Kömür Üretim-Tüketimi İstatistikleri" t.y.). 2021 yılı taş kömürü üretim ve tüketimi karşılaştırıldığında taş kömürünün önemli bir kısmının ithal edilerek tüketime sunulduğu anlaşılmaktadır.

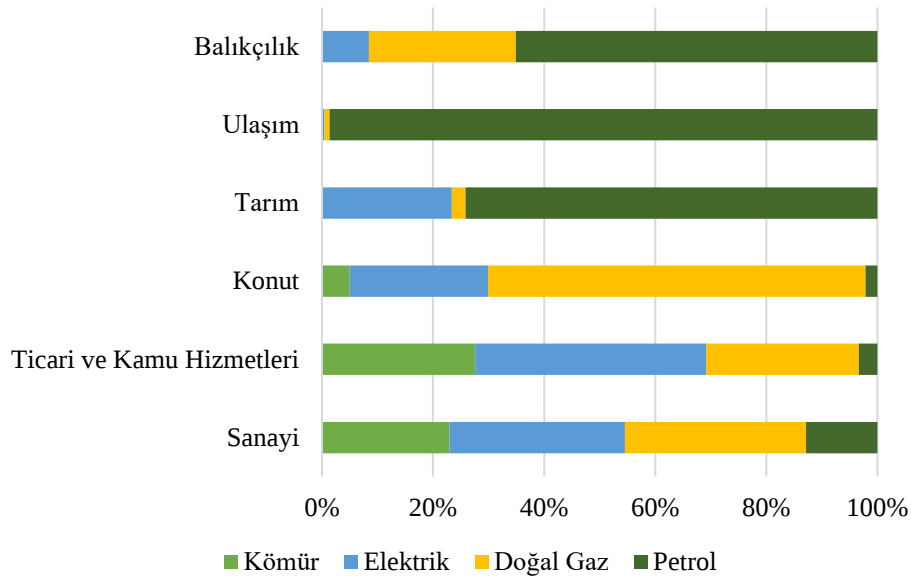


Şekil 24. 2021 Yılı Türkiye'nin Kömür İthalatında Ülke Payları
Kaynak: ("Türkiye Kömür Üretim-Tüketimi İstatistikleri" t.y.).

Şekil 24.'e göre Rusya, Kolombiya ve Avustralya; Türkiye'nin kömür ithalatında ilk sıralarda yer almaktadır. Yine Rusya doğalgaz ve petrol ithalatında olduğu gibi kömür ithalatında da önemli bir konumda bulunmaktadır.

Aşağıdaki Şekil 25.'te ise Türkiye'nin sektörlere göre enerji tüketimi belirtilmiştir. Şekilden anlaşılacağı üzere sektörlerin çoğunda fosil yakıtlar ağırlıklı olarak kullanılmıştır. En yoğun kullanılan fosil yakıt petrol olmuştur. Özellikle petrol, ulaşım sektöründe ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Doğal gaz, sektörler tarafından en çok tercih edilen ikinci fosil yakıt türü olmuştur. Elektrik, en çok ticari ve kamu hizmetleri alanında tercih edilmiştir. Kömür ise sektörler arasında en az kullanılan enerji kaynaklarından biri olmuştur. Diğer sektörlerle nazaran

sanayi ve ticari ve kamu hizmetleri alanlarında enerji kaynakları tüketimi daha dengeli bir şekilde dağılmıştır. Şekilden petrol tedarikinde herhangi bir kriz yaşandığında en çok etkilenen sektörün ulaşım, tarım ve balıkçılık sektörleri olacağı kolaylıkla çıkarılabilir. Doğal gaz tedarikinde bir sorun yaşanması durumunda ise özellikle konut sektörü önemli zorluklarla karşılaşabilir. Bu nedenle enerji kaynaklarının dengeli bir şekilde dağılımı, bir enerji kaynağının tedarikinde sorun çıkması halinde ilgili sektörün en az zararla krizden çıkmasını sağlayacaktır.



Şekil 25. Türkiye'nin 2020 yılı Sektörlere Göre Enerji Tüketimi (Tj)
Kaynak: ("Türkiye Data Explorer" t.y.).

Özetle, Türkiye enerji kaynağı olarak yaygın ve yoğun bir şekilde fosil yakıtları kullanmaktadır. Ancak Türkiye, fosil yakıt rezervlerinin yetersizliği nedeniyle bu ihtiyacını ithalat yoluyla karşılamaktadır. Özellikle doğal gaz, petrol, ve kömür ithalatlarında Rusya'nın ilk sıralarda yer alması Türkiye'nin enerji bakımından Rusya'ya bağımlı olmasına neden olmuştur. Ancak son zamanlarda yürütülen enerji kaynağı arama-tarama faaliyetleri sonucunda keşfedilen yeni doğal gaz ve petrol rezervleri ve nükleer enerji gibi alternatif enerji kaynaklarına olan yönelim bu durumu değiştirebilir. Her ne kadar ilk nükleer güç santrali Rusya tarafından yapılıyor olsa da Türkiye'nin daha sonraki nükleer güç santrali yapımları için bilgi ve deneyim kazanmasına

neden olacaktır. Bunun sonucunda, gelecekte Türkiye enerji kaynakları bakımından daha bağımsız bir şekilde hareket etme kabiliyetine erişebilir.

2.6. TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ TARİHİ

Enerji kaynakları bakımından dışarıya olan bağımlılığın devam etmesi durumunda ciddi sorunların yaşanabileceğine dair öngörüler, Türkiye’nin alternatif enerji kaynaklarına yönelmesine neden olmuştur. Bu noktada, nükleer enerji; temiz ve verimli olması nedeniyle Türkiye’nin ilgisini üzerine çekmiştir.

Türkiye, ilk olarak 1955 yılında ABD ile “nükleer enerjinin barışçıl amaçlarla kullanılması”na dair anlaşma imzalayarak nükleer enerji konusundaki çalışmalarına başlamıştır. Bu anlaşma sonrasında, Türkiye nükleer enerji alanında nitelikli insan kaynağı yetiştirmek ve bilimsel ve teknik altyapıyı güçlendirmek amacıyla çeşitli girişimlerde bulunmuştur (Udum 2010, 111). Bu girişimlerden biri, 1956 yılında nükleer enerji araştırmalarının denetlenmesi ve koordine edilmesi amacıyla Atom Enerjisi Komisyonu’nun (AEK) kurulmasıdır (Kaya ve Göral 2016, 422-423). AEK daha sonra 1982 yılında Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK) olarak yeniden örgütlenmiştir. Bu değişikliğin akabinde; nükleer enerjiden elektrik üretilmesi, nükleer enerji çalışmalarının teşvik edilmesi ve düzenlenmesi, nükleer tesislere lisans verilmesi ve denetlenmesi kurumun amaçları arasında sayılmıştır (Temurçin ve Aliağaoğlu 2003, 32).

1956 yılında İstanbul Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi anlaşarak Çekmece Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ÇNAEM) adında nükleer araştırma merkezi kurmuştur (Mercan 2011, 24). 1957 yılında ise Türkiye, IAEA’nın kurucu üyelerinden olmuş ve böylelikle nükleer enerji alanındaki çalışmalarını uluslararası boyuta taşımıştır (Ehliz 2020, 156). Bu sıralarda, ÇNAEM’de üniversiteler tarafından yürütülen tüm araştırmalar 1958 yılında AEK’e devredilmiştir. AEK’in yürüttüğü çalışmalar sonucunda 1962 yılında ÇNAEM’de 1 MW gücünde TR-1 araştırma reaktörü inşa edilmiştir (Mercan 2011, 24). TR-1 reaktörü, 15 yıl boyunca radyo izotop ve nötronlar üzerinde araştırma yapmak amacıyla kullanılmıştır (Udum

2010, 112). 1967 yılında ise Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi (ANAEM) kurularak nükleer enerji teknolojisi alanında çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca bu merkezde eğitim programlarına ek olarak analiz faaliyetleri de yürütülmüştür (Kaya ve Göral 2016, 423).

Nükleer güç santrali kurulmasına yönelik ilk çalışmalar, 1965 yılında Elektrik İşleri Etüd İdâresi (EİEİ) tarafından yürütülmüştür. ABD, İsviçre ve İspanya'dan üç farklı firma bir araya gelerek konsorsiyum oluşturmuş ve EİEİ'ye danışmanlık hizmeti vermiştir. 1969 yılındaki nihai raporunda konsorsiyum, Türkiye'nin 400 MW'lık doğal uranyum ve basınçlı su ile çalışan PHWR tipi bir reaktör inşa etmesini tavsiye etmiştir (Özemre 2008). Bu tavsiye üzerine, dönemin hükümeti Türkiye'de nükleer güç santrali kurulmasına karar vermiştir. Ancak 1970'li yıllardaki siyasi iç karışıklık ve konunun Türkiye Elektrik Kurumu'na (TEK) devredilmesi nedeniyle yönetimin bu konudaki isteği zamanla azalmış ve plan iptal edilmiştir (İmer ve Dalbudak 2012, 165).

1972 yılında TEK bünyesinde kurulan Nükleer Santraller Dairesi, nükleer güç santrali kurulumuyla ilgili çalışmaları tekrar başlatmıştır. 1976 yılında Akkuyu bölgesi nükleer güç santrali yapımı için seçilmiş ve TAEK'ten site lisansı alınmıştır. 1977 yılında çıkılan ihale sonucunda bir İsveç firmasıyla (ASEA-ATOM ve STALLAVAL Konsorsiyumu) anlaşılmıştır. Ancak sözleşmenin son aşamasına gelindiğinde %5'lik ön ödemenin yapılamaması ve 1980 ihtilalinin oluşturduğu siyasi iç karışıklık nedeniyle mutabakata varılamamıştır (Temurçin ve Aliagaoglu 2003, 32-33). Bu nedenle, nükleer güç santrali kurma planı tekrar askıya alınmıştır.

1977 yılında sürekli artan radyo izotop talebini karşılamakta yetersiz kalan TR-1 reaktörü kapatılmış ve 5 MW gücünde TR-2 araştırma reaktörü izotop talebini karşılamak amacıyla kullanıma alınmıştır. Ayrıca 1979 yılında 250 kW'lık Triga Mark II reaktörü, İstanbul Teknik Üniversitesi Nükleer Enerji Enstitüsü'nde devreye sokulmuştur (Udum 2010, 112). Bu reaktör, araştırma ve eğitim faaliyetleri için kullanılmıştır ("Nükleer Enerji ve Türkiye" 2017, 32). Bu gibi araştırma ve geliştirme faaliyetlerine devam ederken Türkiye, 1980 yılında Nükleer Silahların Yayılmasının Engellenmesi Anlaşmasını imzalayarak dünyaya nükleer silah üretme

hedefinin olmadığını göstermiştir. Ayrıca Türkiye, 1981 yılında IAEA ile imzaladığı “safeguard” anlaşmasıyla birlikte nükleer güç santrallerini barışçıl amaçlarla kullanacağını belirtmiş ve bu konuda IAEA tarafından yapılacak denetimleri kabul etmiştir (Mercan 2011, 25).

Türkiye, 1983 yılında Alman şirketi Siemens-Kraft Werk Union (KWU), Kanada firması Atomic Energy of Canada Limited (AECL) ve ABD firması General Electric’e (GE) niyet mektupları göndererek üçüncü kez nükleer güç santrali kurma girişiminde bulunmuştur (Kızıltan 2010, 31). Niyet mektuplarında AECL’nin Akkuyu’da 655 MW’lık CANDU reaktörü, KWU’nun da yine Akkuyu’da 990 MW’lık PWR reaktörü ve GE’nin ise Sinop’ta bir veya iki tane 1,185 MW’lık kaynar sulu reaktör inşa etmeleri istenmiştir. Sinop’ta yürütülen araştırmalar sonucunda GE uzmanları, Karadeniz’deki fay hatları derinlemesine incelenmeden nükleer güç santrali kurulmasının mantıklı olmayacağı kanısına varmışlardır. Bu nedenle GE ile müzakereler sona ermiştir. Diğer yandan, KWU ve AECL ile müzakerelere devam edilirken hükümet projeyi anahtar teslim yönteminden yap-işlet-devret modeline çevirmiştir. Her iki şirketin de başta bu modeli benimsemesine rağmen finansman sorunları nedeniyle KWU ve AECL daha sonradan projeden çekilmiştir (Kıbaroğlu 1997, 35-36).

1986 yılında Çernobil’de yaşanan nükleer güç santrali kazası, Türkiye’yi derinden etkilemiştir. Başarısız nükleer güç santrali girişimleri ve Çernobil kazası, Türkiye’nin nükleer enerjiye karşı karamsar bir tutum sergilemesine yol açmıştır. Bu atmosferden etkilenen TEK’in yeni yönetimi, 1988 yılında artık gerek kalmadığını düşünerek Nükleer Santraller Dairesi’ni kapatmıştır. Böylece, Türkiye işinde uzman ve deneyim sahibi birçok işgücünü kaybetmiştir (Udum 2010, 118).

Türkiye, 1988 yılında Arjantin ile nükleer enerji işbirliği anlaşması imzalamıştır. Anlaşmanın içeriğinde daha çok nükleer teknoloji alanında teknik destek sağlanması, araştırma reaktörü inşası ve kalite kontrol mühendisliğiyle ilgili maddeler yer almıştır. Türkiye aynı zamanda Arjantin ile kendi yapımı 25 MW gücünde CAREM-25 reaktörünün inşa edilmesiyle ilgili anlaşmaya varmıştır. Anlaşma, her iki ülkede 25 MW gücünde reaktör kurulmasını içermiştir.

Türkiye projenin çoğunu finanse ederken Arjantin'in de gerekli teknolojiyi sağlaması istenmiştir. Bu amaçla, 1990 yılında Arjantin ve Türkiye arasında mühendislik şirketi kurulmuştur (Kıbaroğlu 1997, 37). Ancak Türkiye'nin nükleer silah üretebileceğine dair söylentiler reaktör inşaatının başlamadan durmasına neden olmuştur. Türkiye, spekülasyonlar nedeniyle anlaşmayı iptal etmenin en iyi seçenek olduğunu düşünerek anlaşmadan çekilmiştir (Ülgen vd. 2012, 78).

1990'lı yılların başında uzmanlar tarafından yapılan Türkiye'nin gelecekte nükleer enerjiye ihtiyacı olacağına dair tahminler, Batılı ülkelerin endişelerine rağmen nükleer enerjinin yeniden ülke gündemine girmesine neden olmuştur (Kıbaroğlu 1997, 38). Türkiye Elektrik Üretim İletim A.Ş. (TEAŞ) bünyesinde nükleer güç santrali kurma çalışmalarına başlanmıştır. 1995 yılında ihale öncesi fizibilite ve ihale şartnameleri gibi çalışmaları gerçekleştirmesi için Güney Kore'nin KAERI ve Türkiye'nin GAM firmaları ile sözleşme imzalanmıştır (Kızıltan 2010, 32). 1996 yılında Akkuyu için ihaleye çıkılmış ve 1997 yılında AECL, Nuclear Power International (NPI) ve Westinghouse tarafından Türkiye'ye teklif verilmiştir (Mercan 2011, 26). Ancak ihale sonucu defalarca ertelenmiş ve sonunda bakanlar kurulu kararı ile iptal edilmiştir (Kızıltan 2010, 32).

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2004 yılında 5000 MW'lık gücünde nükleer güç santrali kurması için TAEK'i görevlendirmiştir. Ayrıca bakanlık, bu santralin bir reaktörünün 2012 yılında açılacağını açıklamıştır. Soğutma suyunun Akkuyu'dan daha düşük olması nedeniyle ilk nükleer güç santralinin Sinop'ta kurulması planlanmıştır ("Nükleer Enerji ve Türkiye" 2017, 33). Ancak Sinop'un lisans süreci devam ederken Akkuyu bölgesi için ihaleye çıkmıştır. Sadece The Atomstroyexport-Inter Rao-Park teknik konsorsiyumu teklifte bulunmuştur (Udum 2010, 131). Ancak kWh başına 21,16 sentlik fiyat pahalı bulunduğu için süreç durdurulmuştur ("Nükleer Enerji ve Türkiye" 2017, 33).

Yaklaşık 45 yıl boyunca hep başarısızlıkla sonuçlanan nükleer güç santrali kurma girişimleri, 2010 yılında başarıyla sonuçlanmıştır. 12 Mayıs 2010 tarihinde Türkiye ile Rusya arasında

Akkuyu’da nükleer güç santrali kurulması üzerine anlaşma yapılmıştır. Her bir ünitesi 1200 MW gücünde olan ve dört reaktörden oluşan Akkuyu Nükleer Güç Santrali, toplam 4800 MW kurulu güce sahiptir. Akkuyu Nükleer Güç Santrali, dünyada yap- sahip ol-işlet modelinin uygulandığı ilk nükleer güç santrali olarak kayıtlara geçmiştir. Projenin toplam maliyeti, 20 milyar ABD doları civarında olmuştur (“Akkuyu NGS İnşaat Projesi” t.y.). İlk ünitesinin 2024 yılında devreye gireceği tahmin edilen Akkuyu Nükleer Güç Santrali’nin yıllık 35 milyar kWh elektrik üreteceği ve Türkiye’nin elektrik ihtiyacının yaklaşık %10’unu karşılayacağı tahmin edilmektedir. Santralin hizmet ömrü 60 yıldır. Ancak ömrü modernizasyonlarla birlikte 20 yıla kadar uzatılabilecektir (“Projenin Tarihçesi” t.y.).

Akkuyu Nükleer Güç Santrali’nin kurulumuna dair anlaşmanın imzalanmasının ardından Rus devlet firması Rosatom, Akkuyu Nükleer Anonim Şirketi’ni kurmuştur. Anlaşmaya göre proje şirketinin hisse payı, doğrudan ya da dolaylı olarak başlangıçta %100 olacaktır. Sonrasında ise yetkili Rus şirketlerinin proje şirketindeki payı hiçbir zaman %51’in aşağısında olmayacaktır. Rus tarafı, nükleer güç santralının yapımı, işletmesi, bakımı ve sökümü gibi her türlü mali konularda tamamen sorumlu olacaktır. Buna karşılık, Türkiye mevcut alan lisansı ve altyapısıyla birlikte santralin kurulacağı arsayı santralin sökümüne kadar bedelsiz olarak proje şirketine tahsis edecektir. Ayrıca Türkiye; projeye ilgili olarak gerekli tüm izinleri, onayları ve lisansları almak ile mükellef olacaktır. Ünitelerin devreye alınmasıyla birlikte de Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ), 15 yıl boyunca Ünite 1 ve 2’de üretilecek elektriğin %70’ini, Ünite 3 ve 4’te üretilecek elektriğin ise %30’unu 12.35 ABD senti/kWh ağırlıklı ortalama fiyatından satın alacaktır. Proje şirketi, geriye kalan elektriği serbest elektrik piyasasında satabilecektir. Ünitelerin devreye alınmasından 15 yıl sonra nükleer güç santralının ömrü boyunca proje şirketi, her bir ünite için yıllık bazda net kârının %20’sini Türkiye’ye verecektir. Ayrıca yine anlaşmaya göre Türk vatandaşlarına nükleer enerji teknolojisi alanında ücretsiz eğitimler verilecek ve kurulacak nükleer güç santralinde Türk vatandaşları yaygın bir şekilde istihdam edilecektir (*Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyeti’nde Akkuyu Sahası’nda Bir Nükleer Güç Santralının Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma 2010*).

Anlaşma kapsamında Türk vatandaşlarını nükleer enerji konusunda eğitmek amacıyla 2011 yılında Akkuyu Nükleer A.Ş. tarafından eğitim programı başlatılmıştır. Öğrencilerin eğitim masrafları Rus tarafınca karşılanmaktadır. Personel yetiştirme programını tamamlayan 300'e yakın mezun Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nde aktif olarak çalışmaktadır ("Türk Mühendisler 'Reaktör İşletim Uzmanı' Sertifikalarını Aldı" 2022). Bu şekilde eğitim programlarından sonra nükleer güç santralinde birebir çalışma imkanı bulan Türk mühendisleri, nükleer enerji teknolojisi alanında önemli bilgi ve deneyim kazanacaktır. Böylece Türkiye, nükleer enerji teknolojisinde ihtiyacı olduğu insan kaynağına kavuşmuş olacaktır.

Her ne kadar Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin yapımına dair anlaşma, Türkiye'nin nükleer enerji alanında gelişmesine vesile olsa da birtakım sorunların yaşanmasına da neden olabilir. Örneğin, taraflar arasında yapılan elektrik satın alma anlaşmasının 15 yıllık süresi bittikten sonra Ruslar elektrik fiyatlarını istediği gibi belirleyebilecektir (Konca 2018, 103). Böylelikle Türkiye; doğal gaz, petrol ve kömür piyasasındaki bağımlılığına ek olarak bir de elektrik alanında Rusya'ya bağımlı olacaktır. Ayrıca yapılacak VVER-1200 reaktör tipi, VVER-1000 modelinin geliştirilmiş halidir ve daha önce dünyanın hiçbir yerinde kullanılmamıştır. Bu nedenle, bu reaktör tipinin olası güvenlik açıkları ve çıkarabileceği sorunlar tam olarak bilinmemektedir (Uşarer 2014, 95). Bunun dışında, Rusya ile ilişkilerin bozulması durumunda santralin Rusya'nın mülkiyetinde olması nedeniyle Türkiye, önemli güvenlik sorunlarıyla karşılaşabilir. Ya da ilişkiler bozulmasa bile Türkiye'nin Rusya'ya enerji bakımından bu denli bağımlı olması; Rusya'ya karşı siyasi, askeri veya ekonomik açıdan tavizler verilmesine neden olabilir. Bu nedenle, Türkiye'nin en azından anlaşma boyunca nükleer enerji teknolojisini iyice öğrenip daha sonra tam bağımsız bir şekilde kendi nükleer güç santralini kurması oldukça önem arz etmektedir. Türkiye'nin bundan sonraki süreç için Rusya'ya karşı bağımlılığını azaltmaya yönelik politikalar geliştirmesi gerekmektedir.

Akkuyu Nükleer Güç Santrali'ne ek olarak Türkiye, ikinci ve üçüncü nükleer güç santrallerini de hayata geçirmeyi planlamaktadır. İkinci nükleer güç santralinin Sinop'ta kurulması kararlaştırılmıştır. Üçüncü nükleer güç santrali için ise Kırklareli'nin İğneada mevkiisi

düşünülmektedir. Sinop'taki nükleer güç santrali için 2013 yılında Japonya hükümetiyle anlaşmaya varılmıştır. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda hem takvim hem de maliyet hesabının beklenenden daha fazla çıkması nedeniyle 2019 yılında Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan tarafından projenin durdurulduğu açıklanmıştır (Salcı 2022). Şimdilerde ise Sinop'taki nükleer güç santrali için Rosatom ve KEPCO ile görüşmeler yapılmaktadır. Henüz ortada nükleer güç santralinin kurulmasına dair bir anlaşma mevcut değildir.

Sonuç olarak, Türkiye 1965 yılından itibaren defalarca nükleer güç santrali kurma teşebbüsünde bulunmuş ancak bu girişimler; 2010 yılına kadar siyasi iç karışıklıklar, ekonomik nedenler, insan kaynağı yetersizliği, hükümetlerin nükleer enerji konusunda merkezi bir planının olmaması, nükleer enerji teknolojisinin öğrenilmesine yönelik kurulan örgütlerin devamlı kapatılması ve Batılı ülkelerin nükleer silah konusundaki endişeleri nedeniyle hep sonuçsuz kalmıştır. 2010 yılında Rusya ile Türkiye arasında Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin kurulmasına dair anlaşmanın imzalanmasıyla birlikte Türkiye ilk nükleer güç santraline kavuşacaktır. Ancak bu anlaşmanın yap-sahip ol-işlet modeline dayanarak yapılması dolayısıyla santral mülkiyetinin Rusya'da olması beraberinde birtakım sorunların doğmasını getirebilir. Türkiye'nin Rusya'ya olan doğal gaz, petrol ve kömür bazındaki enerji bağımlılığı elektrik alanına da yayılabilir. Böylelikle Rusya neredeyse Türkiye'nin birçok enerji kaynağı üzerinde söz sahibi olacaktır. Bu durum, Rusya'ya olan bağımlılığı artıracaktır. Bu bağımlılık, ilişkilerin bozulması durumunda Türkiye'yi kötü derecede etkileyebilir. Ya da Türkiye'nin Rusya'ya karşı bazı tavizler vermesine neden olabilir. Bu sebeple, Türkiye'nin en azından bundan sonraki süreçte nükleer enerji teknolojisini iyice kavrayıp Güney Kore gibi kendi nükleer güç santrallerini kurması gerekmektedir.

2.7. TÜRKİYE İÇİN NÜKLEER ENERJİNİN ÖNEMİ

Nüfus artışı, refah seviyesinin yükselmesi ve teknolojinin gelişmesi, Türkiye'nin enerji ihtiyacının her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Özellikle son yirmi yıldır elektrik ve doğal gaza olan talep sürekli çoğalmış ve Türkiye Çin'den sonra en çok elektrik ve doğal gaz

talebinin arttığı ikinci ülke olmuştur (“Türkiye’nin Uluslararası Enerji Stratejisi” t.y.). Ancak Türkiye artan enerji talebinin büyük bir çoğunluğunu, kendi iç kaynaklarının yetersiz olması nedeniyle dışarıdan karşılamak zorunda kalmaktadır. Bu bağımlılık, Türkiye’nin ihtiyacı olduğu enerji kaynaklarını tedarik ederken herhangi bir sorunla karşılaşması durumunda siyasi, ekonomik ve sosyal hayatını tehlikeye atabilir. Bu nedenle Türkiye, enerji politikaları içerisinde nükleer enerjiyi sokarak enerji arz güvenliğini sağlamak istemektedir.

Türkiye, enerji kaynakları bakımından %74 oranında dışa bağımlı bir ülkedir (“Türkiye’nin Uluslararası Enerji Stratejisi” t.y.). Bunun en önemli nedeni, yetersiz fosil yakıt rezervlerine rağmen Türkiye’nin enerji ihtiyacını karşılariken fosil enerji kaynaklarını yoğun bir şekilde tercih etmesidir. Fransa da Türkiye gibi fosil yakıtlar bakımından fakir bir ülkedir. Ancak Fransa’nın enerji bağımlılığı 2021 yılında %44,4 olarak ölçülmüştür. Fransa’daki enerji bağımlılığının Türkiye’ye nazaran bu derecede az olmasının nedeni, Fransa’da nükleer enerjinin yoğun bir şekilde kullanılmasıdır. Nükleer enerji, Fransa’nın toplam enerji arzı içerisinde %40,9’luk paya sahiptir. Elektrik üretiminde ise %68,4 oranında nükleer enerjiden yararlanılmaktadır (“EU Energy Statistical Pocketbook and Country Datasheets” 2023). Eğer Türkiye de Fransa gibi nükleer güç santralleri kurarsa enerji bağımlılığını önemli derecede düşürebilir.

Enerji kaynaklarına bağımlılık aynı zamanda dış ticarete cari açıkların oluşmasına neden olmaktadır. Enerji fiyatlarının artmasıyla birlikte enflasyon ve ithalat maliyetleri de çoğalmaktadır. Bu durum, istihdam oranlarının azalmasına yol açarak ülke içerisinde sosyal sorunların yaşanmasına neden olabilir. Bu nedenle, Türkiye’nin enerji ithalatını mümkün olduğunca azaltması gerekmektedir. Nükleer enerji, bu noktada Türkiye’nin enerji bağımlılığını önemli derecede azaltabilecek kapasiteye sahiptir (Konca 2018, 110). Ancak Türkiye’nin tek bir nükleer güç santraliyle yetinmemesi gerekmektedir. Türkiye, başka birçok nükleer güç santralleri kurarak ve ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarından da yararlanarak enerji bağımlılığını azaltmalıdır.

Cari açıklara neden olan enerji bağımlılığı, aynı zamanda enerji güvenliğini de önemli derecede tehlikeye atmaktadır. Enerji kaynaklarının tedarikinde sorun yaşanması ya da fiyatlarında artış yaşanması sonucunda Türkiye'nin enerji güvenliğinde ciddi problemlerle karşılaşılabilir. Bu durumda ülke içerisinde siyasi, ekonomik ve sosyal sorunlar baş gösterebilir. Özellikle fosil enerji kaynaklarını ithal eden ülkelerde bu gibi sorunlar yaşanmaktadır. Çünkü fosil enerji kaynakları her an kesintiye uğrayabilir ya da fiyatlarında artış yaşanabilir. Bunun aksine, nükleer enerji kullanan bir ülkenin fiyat istikrarsızlıklarından veya enerji kesintisinden etkilenme oranı düşüktür. Enerji verimliliğinin yüksek olması ve uranyum rezervlerinin geniş bir coğrafya içerisinde yayılmış olması bu durumun temel nedenlerindendir (Kızıltan 2010, 90). Bu sebeple, fosil enerji kaynaklarına bağımlı bir ülke olarak Türkiye, nükleer enerji kullanarak enerji güvenliğini önemli ölçüde sağlama alabilir.

Türkiye'de sanayi sektöründe doğal gaz, elektrik ve kömür yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Elektrik üretiminde de doğal gazın yoğun bir şekilde kullanıldığı hesaba katıldığında aslında sanayi sektöründe doğal gaz önemli bir yere sahiptir. Yakın zamanlarda Karadeniz'de yeni doğal gaz rezervleri bulunmuş olsa da başka büyük doğal gaz rezervleri keşfedilmedikçe Türkiye'nin doğal gaza olan bağımlılığı devam edecektir. Dolayısıyla, doğal gaz fiyatlarındaki artış sanayi sektöründe üretilen malların da maliyetlerinin artmasına neden olacaktır. Ancak nükleer enerjinin kullanıldığı bir ülkede ürün maliyetleri, doğal gaz fiyat artışından çok fazla etkilenmeyebilir. Çünkü nükleer güç santrallerinde yakıt olarak kullanılan uranyum; doğal gaz, kömür ve petrol gibi fiyat istikrarsızlığından etkilenmemektedir. Bu nedenle nükleer enerjiden üretilen elektriğin fiyatı, doğal gaza göre görece daha ucuz olacaktır. Bu durumda, sanayi sektörü daha ucuz elektrikle ürün üretebilecektir. Böylece, ürünler daha az maliyetle üretilen ve piyasadaki rekabet oranı artacaktır (Konca 2018, 108). Bunun sonucunda, hane halkı da uygun fiyatlı ürünler satın alabilecektir.

Nükleer enerji, sadece elektrik ihtiyaçlarının karşılanmasına ya da enerji güvenliğine katkıda bulunmaz. Nükleer enerji, aynı zamanda yüksek teknolojik ürünlerin de üretilmesini sağlar. Nükleer enerji teknolojisini öğrenen Türkiye, başka ülkelere yüksek teknolojik ürünler ihraç

ederek gayri safi yurtiçi hasılasının yükselmesini sağlayabilir. Ayrıca, yüksek teknoloji ürünler halkın normal yaşantısının da kolaylaşmasına yol açacaktır. Böylelikle, nükleer enerji Türkiye'nin ekonomik ve sosyal yaşantısına da önemli katkılarda bulunmuş olacaktır.

Sonuç olarak, nükleer enerji Türkiye'nin enerji bağımlılığının azalmasına neden olabilir. Enerji bağımlılığının azalmasıyla Türkiye'nin dış ticaret dengesi ve enerji güvenliği sağlama alınacaktır. Ayrıca nükleer enerjinin fosil yakıtlar gibi fiyat artışlarından etkilenmemesi de ucuz elektriğin üretilmesine neden olacaktır. Ucuz elektrik üretilen ürünler piyasadaki rekabet ortamını perçinleyecektir ve hane halkı uygun fiyatlı ürünlere ulaşabilecektir. Bunun dışında, nükleer enerji sayesinde üretilen yüksek teknoloji ürünler Türkiye'nin hem önemli bir gelir kaynağına ulaşmasına hem de Türk halkının sosyal yaşantısının kolaylaşmasına yol açacaktır.

2.8. TÜRKİYE'NİN NÜKLEER ENERJİ ALANINDAKİ EKSİKLİKLERİ VE HATALARI

1960'lı yıllardan itibaren Türkiye, birçok defa nükleer güç santrali kurma girişimlerinde bulunmuştur. Ancak bu çabalar 2010 yılına kadar sonuçsuz kalmıştır. 2010 yılında Türkiye ile Rusya arasında Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin kurulmasına dair anlaşma imzalanmıştır. Ancak Akkuyu Nükleer Güç Santrali tek başına Türkiye'nin nükleer enerji teknolojisinde gelişmesini sağlayamayacaktır. Türkiye'nin bu teknolojiyi daha iyi öğrenebilmesi için bundan sonraki süreçte geçmişte yaptığı eksiklikleri ve hatalarından ders çıkararak hareket etmesi gerekmektedir.

Nükleer güç santrallerinin karmaşık yapısı nedeniyle kurulumundan sökümüne kadar insan kaynağı, finansman, güvenlik, atık yönetimi ve tedarik zinciri gibi konular; baştan sona kadar sıkı bir şekilde organize edilmelidir. Bu alanlarda ortaya çıkabilecek herhangi bir hata ülkelerin ciddi sonuçlarla karşılaşmasına yol açabilir. Bu nedenle, özel sektör ilk aşamada bu kadar riskli bir sürece kalkışmak istemeyecektir. Bu yüzden, devletin başrolü oynayarak nükleer enerji alanında gerekli örgütlenmeyi ve denetimi yapması gerekmektedir. Türkiye'nin en büyük hatası,

nükleer güç santrali kurma konusunda güçlü bir siyasi irade gösterememesidir. Türkiye, bir yandan nükleer güç santrali girişimlerinde bulunurken diğer yandan sağlam bir örgütlenme sistemi kuramamıştır. Nükleer enerji teknolojisini öğrenmek amacıyla kurulan örgütler sürekli yeniden organize edilmiştir. Örneğin AEK önce yerini TAEK'e, daha sonra TAEK ise 2020 yılında Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu'na (TENMAK) bırakmıştır. Kimi kuruluşlar da başarısız nükleer güç santrali girişimlerinden sonra tamamen kapatılmıştır. Kısacası, Türkiye'deki siyasi hükümet nükleer enerji konusunda zayıf, kararsız ve pasif bir davranış sergilemiştir. Hükümetin nükleer enerji alanında siyasi irade gösterememesinin en büyük nedenleri arasında askeri darbeler, koalisyon hükümetleri, terör eylemleri ve ekonomik sorunlar gösterilebilir. Örneğin, dönemin Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı Esat Kıratlıoğlu'nun beyanına göre 1977 yılındaki ihale sonucunda ASEA-ATOM ve STALLAVAL Konsorsiyumu'yla nükleer güç santrali kurulması için anlaşılmış, ancak proje 1980 darbesinin yaşanması nedeniyle hayata geçirilememiştir (İmer ve Dalbudak 2012, 166). Bu nedenle, siyasi istikrarsızlık Türkiye'nin nükleer enerji alanında gelişme göstermesini engellemiştir.

Nükleer enerji alanında çalışmak isteyen ülkelerin yüksek teknolojik bilgiye ve deneyime ihtiyacı bulunmaktadır. Yeterli bilgi ve deneyime sahip olmadan nükleer güç santralleri kurulmaya çalışılırsa önemli güvenlik sorunlarıyla karşılaşılabilir. Türkiye de nükleer enerji teknolojisini daha yakından öğrenmek amacıyla AEK gibi çeşitli kuruluşlar oluşturmuştur. Ancak bu kuruluşların devamlı kapatılıp yeniden organize edilmesi beraberinde nitelikli işgücünün kaybedilmesine yol açmıştır. Yetkin insan kaynağının farklı alanlara yönelmesi veya yurtdışına gitmesi nedeniyle Türkiye'nin bilgi birikiminde azalma yaşanmıştır. Dolayısıyla, bu durum nükleer güç santrali kurulumunun gecikmesine neden olmuştur.

1986 yılında yaşanan Çernobil nükleer güç santrali kazası dünyada büyük bir yankı uyandırmıştır. Hatta Almanya ve İtalya gibi ülkeler nükleer güç santrallerini kapatma kararı almıştır. Türkiye'de bu atmosferden ve daha önceki başarısız nükleer güç santrali denemelerinden etkilenerek bu dönemde nükleer güç santrali girişimlerini askıya almıştır. Ancak bu atmosfer içerisinde Güney Kore, nükleer güç santrallerine yönelik talebin azalmasını

fırsat bilerek nükleer güç santrali tedarikçileriyle teknoloji transferinin yoğun olduğu anlaşmalar imzalamıştır. Türkiye, bu karamsar hava içerisinde fırsatı görememiş ve teknoloji transferi konusundaki olanakları kaçırmıştır.

Nükleer güç santrallerinde yaşanan kazalar toplumların büyük bir kısmını önemli derecede etkilemektedir. Bu kazaları önlemek amacıyla, nükleer güç santralleri en yüksek güvenlik önlemleri alınarak kurulmalıdır. Ancak nükleer güç santrallerinin kurulum maliyetleri de bu yüksek güvenlik önlemleri oranında artmaktadır. Bu maliyetleri karşılamak için ülkelerin belirli bir ekonomik gelişmişlik seviyesinde olması gerekmektedir. Türkiye geliştirmekte olan bir ülke olarak nükleer güç santralleri için ihaleye çıktığı dönemde artan maliyetler nedeniyle hep finansman sorunlarıyla karşılaşmıştır. Gerekli hazine garantisinin verilememesi ve kredi bulunamaması sebebiyle 2010 yılına kadar nükleer güç santrali girişimleri başarısızlıkla sonuçlanmıştır. 2010 yılındaki Rusya ile yapılan anlaşma incelendiğinde de bütün mali yükün aslında Rus tarafında olduğu görülmektedir. Diğer bir deyişle, Türkiye kurulacak ilk nükleer güç santralini kendi kaynaklarıyla inşa etmemektedir. Rus tarafının anlaşmayı kabul etmemesi durumunda Türkiye yine nükleer güç santrali kurulumunda finansman sorunuyla karşılaşabilirdi. Dolayısıyla, Türkiye'nin bundan sonraki nükleer güç santrali yapımlarında finansman sorunu yaşamaması için sağlam yatırım planı oluşturması gerekmektedir.

Sonuç olarak, Türkiye; hükümetin nükleer enerji konusunda sağlam stratejik planlar yapmaması, siyasi istikrarsızlık, örgütlerin devamlı kapatılması nedeniyle organizasyon yapısının gevşemesi, insan kaynağı yetersizliği, Çernobil kazası sonrası oluşan fırsattan yararlanılamaması ve finansman sorunu nedeniyle nükleer enerji teknolojisinde istediği gelişime ulaşamamıştır. Bu durumu ortadan kaldırmak amacıyla Türkiye öncelikle nükleer enerji alanında güçlü bir siyasi irade göstermelidir. Devletin en azından ilk aşamada başrolü oynayarak nükleer enerji altyapısını güçlendirmesi gerekmektedir. Ayrıca Türkiye hem nükleer enerji alanında halihazırda çalışan insan kaynağını elinde tutmalı hem de kalifiyeli eleman sayısını artırmalıdır. Nükleer güç santrali projelerinde tekrar finansman sorunlarıyla karşılaşmamak için ise de uzun dönemli planlar yapılmalıdır.

BÖLÜM III: EKONOMİK VE SİYASİ FAKTÖRLERİN NÜKLEER ENERJİ POLİTİKASINA ETKİSİ

3.1. EKONOMİK FAKTÖRLERİN GÜNEY KORE VE TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ POLİTİKASINA ETKİSİ

Nüfus artışı, teknolojinin gelişmesi ve ekonomik büyüme gibi hedefler; Güney Kore ve Türkiye’nin normal koşullarda da yetersiz kalan fosil enerji kaynaklarına daha çok ihtiyaç duymasına neden olmuştur. Bu gereksinim, her iki ülkenin de ihtiyaçlarını dışarıdan karşılamalarına yol açmıştır. Fosil enerji kaynaklarına olan bu bağımlılık, her iki tarafın da enerji güvenliğini ciddi bir şekilde tehdit etmiştir. Ancak 1973 yılındaki petrol krizine kadar fosil yakıt bağımlılığının enerji güvenliği üzerindeki etkisi yeterince anlaşılamamıştır. Kriz sonrasında fosil yakıt fiyatlarında yaşanan istikrarsızlıklar, ülkelerin hedefledikleri ekonomik planlara ulaşmasını engellemiştir. Bu nedenle, Güney Kore ve Türkiye ekonomik hedeflerini gerçekleştirmek ve enerji güvenliğini sağlamak amacıyla nükleer enerji teknolojisi alanında yatırımlar yapmaya başlamıştır. Türkiye bu konudaki ciddi yatırımlarını yeni başlatmıştır. Bu yatırımlar, Türkiye’de yeni yeni karşılık bulurken Güney Kore, bu yatırımlar sayesinde nükleer enerji teknolojisinde büyük sıçramalar yaşamış ve buna bağlı olarak ülke ekonomisi büyümeye başlamıştır. Bu bölümde, her iki ülkeyi nükleer enerji yatırımlarına yönlendiren ekonomik faktörlere ve Güney Kore’nin nükleer enerji yatırımları sonrası ekonomik koşullarına değinilecektir.

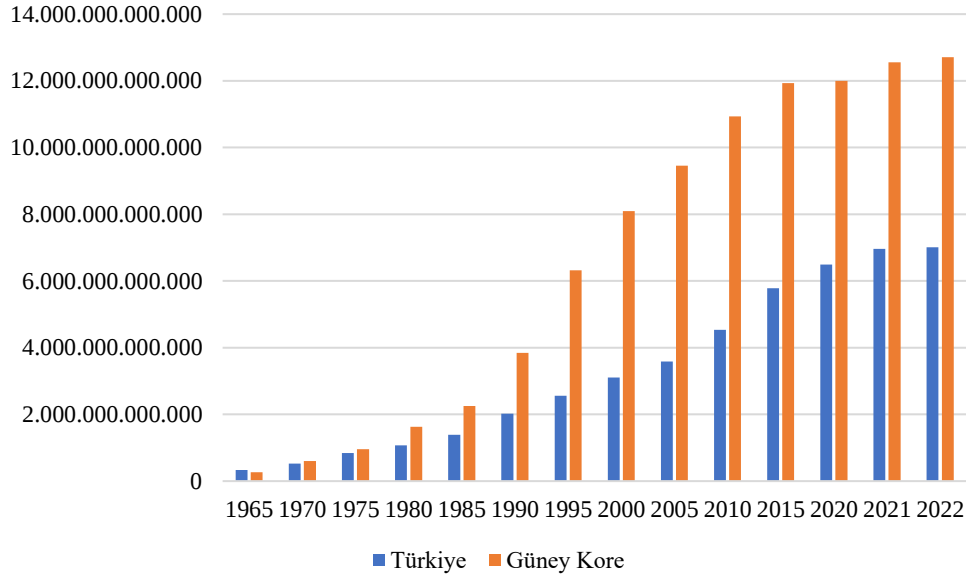
Enerji ihtiyacının artmasını sağlayan en önemli etkenlerden biri nüfus artışıdır. Nüfusun çoğalmasıyla birlikte mal ve hizmet üretiminde de artışlar olacağından enerji kaynakları daha fazla kullanılmaya başlayacaktır. Enerji ihtiyacının büyük bir çoğunluğunu ithal eden Güney

Kore ve Türkiye'nin de nüfusu zamanla artmaya başlamış ve enerji ihtiyaçları da buna bağlı olarak çoğalmıştır.

Tablo 5. Türkiye ve Güney Kore'nin Nüfus Sayısı ve Büyüme Oranı				
Yıl	Türkiye Toplam Nüfus Sayısı	Güney Kore Toplam Nüfus Sayısı	Türkiye Nüfus Büyüme Oranı	Güney Kore Nüfus Büyüme Oranı
1965	31.374.536	28.704.674	2,46	2,54
1970	35.540.990	32.240.827	2,33	2,18
1975	39.673.590	35.280.725	2,06	1,68
1980	44.089.069	38.123.775	2,07	1,56
1985	49.175.673	40.805.744	2,20	0,98
1990	54.324.142	42.869.283	1,89	0,99
1995	59.305.490	45.092.991	1,69	1,01
2000	64.113.547	47.008.111	1,46	0,84
2005	68.704.715	48.184.561	1,35	0,21
2010	73.195.345	49.554.112	1,33	0,50
2015	79.646.178	51.014.947	1,94	0,53
2020	84.135.428	51.836.239	0,78	0,14
2021	84.775.404	51.744.876	0,76	-0,18
2022	85.341.241	51.628.117	0,67	-0,23

Kaynak: ("Data Bank: World Development Indicators" 2023).

Tablo 5.'te 1965-2020 yılları arasında nüfus artış hızları farklı olsa da her iki ülkenin de nüfusunun sürekli büyüdüğü görülmektedir. Ancak, 2021 ve 2022 yıllarında Güney Kore nüfusunda gerileme olduğu görülmektedir. Türkiye'nin 2022 yılındaki nüfus artış hızı ise bir önceki yıla göre 0,09 oranında azalmıştır. Nüfus artışının enerji ihtiyaçlarını etkileyip etkilemediğini öğrenmek için her iki ülkenin enerji tüketim oranlarına bakmak gerekmektedir.



Şekil 26. Türkiye ve Güney Kore’nin Birincil Enerji Kaynakları Tüketimi (MW)
Kaynak: (“BP Energy Charting Tool” t.y.).

Şekil 26.’da görüleceği üzere nüfus oranlarının birbirine yakın olduğu 1965-1980 yılları arasında Türkiye ve Güney Kore’nin birincil enerji kaynağı tüketiminin de benzer seyrettiği ifade edilebilir. Ancak burada dikkati çeken en önemli unsur, Türkiye nüfusunun daha fazla olduğu yıllarda Güney Kore’nin daha çok birincil enerji kaynağı tüketmesidir. Bu durum, nüfus artışının enerji kaynaklarına olan ihtiyacı tek başına etkilemediğini göstermektedir. Özellikle Güney Kore tarafından izlenen sanayi politikalarının birincil enerji kaynakları tüketimini önemli derecede artırdığı görülmektedir.

1960’lı yıllarda Güney Kore; beş yıllık ekonomi politikaları kapsamında yiyecek, içecek ve tekstil gibi hafif sanayiler üzerinde odaklanmıştır. Ancak 1970’li yıllarda ağır sanayilere geçiş yapılmıştır (Lee vd. 2009, 549-50). Bu geçişin, ekonomi politikası değişikliği nedeniyle gerçekleştiği söylenebilir. Güney Kore, ithal ikameci politikalara dayanan 1962-1966 yılları arasındaki ilk beş yıllık kalkınma planını 1964 yılında değiştirerek ihracat odaklı ekonomi politikası yürütmüştür (Tezer 2019, 87). Bu politika, Güney Kore’nin sanayi alanında gelişmesine ve ihracat oranını artırmasına neden olmuştur. Güney Kore’nin sanayi sektöründeki başarısının en önemli nedenlerinden biri ülke içerisinde alanlarında en başarılı olan girişimcileri

seçmesi ve onlara gereken desteği sağlamasıdır (Erkök 2019, 1405). Türkiye ise 1960'lı ve 1970'li yıllarda beş yıllık kalkınma planları kapsamında ithal ikameci ekonomi politikası yürütmüştür. İthal ikameci yaklaşım, ithal edilen ürünlerin ülke içerisinde üretilmesi anlamına gelmektedir. Bu politika kapsamında, yeni oluşan yerli sanayiye korumak amacıyla gümrük düzenlemeleri yapılmaktadır. Ancak üretilen ürünler genellikle yurt içinde tüketilebilecek ürünlerdir. Ürünlerin kalitelerinin düşük olması nedeniyle dış ticarete rekabet etme olanakları yok denecek kadar azdır. Dolayısıyla Türkiye'de sanayi daha çok iç tüketime yönelmiş ve dış ticarete büyük atılımlar yapılamamıştır. İç tüketime yönelik üretilen ürünlerin parçaları bile aslında Türkiye'de birleştirilmek üzere dışarıdan ithal edilmiştir. Diğer bir deyişle, Türkiye'de daha çok montaj sanayi kurulmuştur. 1973 kriziyle birlikte yurtdışından ithal edilen ürünlere kısıtlamalar koyulması nedeniyle bu ürünlerin de üretimi yavaşlamıştır (Tepecik 2019, 201-202). Dolayısıyla, hem ürün ithalatının devam etmesi hem de petrol krizinin yarattığı yüksek maliyetler dış ticaret açıklarının büyümesine ve enflasyonun yükselmesine neden olmuştur (Tepecik 2019, 211).

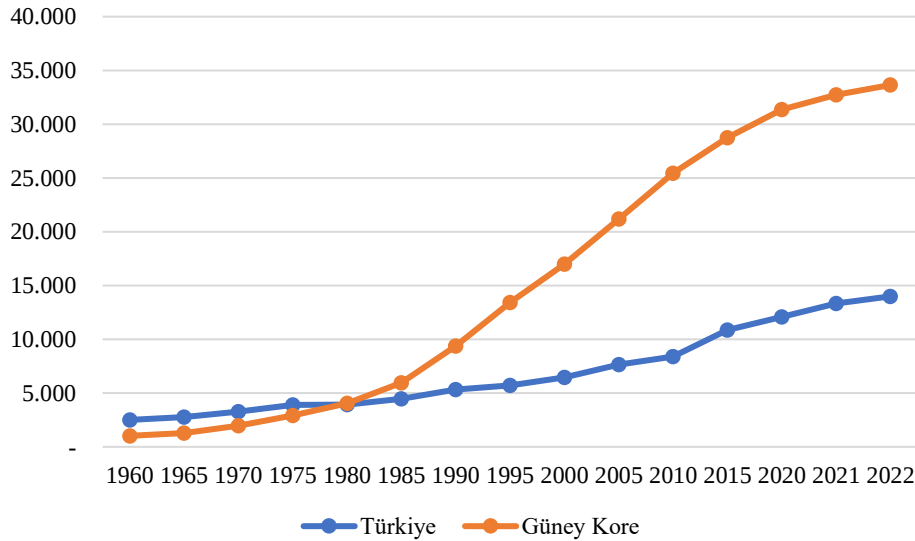
Güney Kore'nin yukarıda bahsedilen sanayi sektöründeki başarısı enerji tüketiminin de artmasına neden olmuştur. Türkiye'nin nüfus yoğunluğu Güney Kore'den daha fazla olsa da sanayi sektöründe Güney Kore kadar gelişmemesi enerji tüketiminin Güney Kore'den daha az olmasına yol açmıştır. Artan enerji tüketimi ve fosil enerji kaynaklarının yetersizliği, Güney Kore'nin nükleer enerji alanında yatırım yapmasına neden olmuştur. 1973 yılındaki petrol krizi de Güney Kore'nin nükleer enerjiye yönelik girişimlerini hızlandırmasına yol açmıştır. Kriz, Güney Kore'ye enerji kaynakları akışının her an kesilebileceğini ve fiyatların yükselebileceğini göstermiştir. Enerji ihtiyacının karşılanamaması ya da yüksek enerji fiyatları ekonomik hedeflerin istenilen şekilde tamamlanabilmesini engelleyeceğinden Güney Kore, nükleer enerji konusunda kararlı bir devlet politikası yürütmüştür. Türkiye de Güney Kore gibi artan enerji ihtiyaçları ve kriz nedeniyle nükleer enerji alanında yatırımlar yapmak istemiştir. Ancak politikalarında Güney Kore kadar başarılı olamamıştır.

1980’li yıllarda Türkiye ithal ikameci politikadan ihracata dayalı ekonomik büyüme stratejisine geçiş yapmıştır. Hükümet, ihracatı teşvik etmek amacıyla birçok sübvansiyon desteği sağlamıştır. Ayrıca ithalat üzerindeki kısıtlamalar da yavaş yavaş terkedilmeye başlanmıştır (Açıkalın 2019, 229). Güney Kore’de ise bu yıllarda hizmet sektörüne ve yüksek teknoloji endüstrilere yatırım yapılmaya başlanmıştır (Lee vd. 2009, 550). Bu aşamada nükleer enerji teknolojisi, Güney Kore’nin enerji ihtiyacını karşılarken yüksek teknoloji ürünlerin de üretilmesine katkıda bulunmuştur. Bu gelişmeler sonucunda her iki ülkenin de Tablo 6.’da görüleceği üzere gayri safi yurtiçi hasılası artmıştır.

Tablo 6. Türkiye ve Güney Kore'nin Gayri Safi Yurt İçi Hasılası		
Yıl	Türkiye	Güney Kore
1965	87.078.219.341,38	36.570.946.132,61
1970	116.364.472.610,57	63.742.405.456,36
1975	154.215.812.627,90	102.512.514.835,47
1980	173.334.819.278,22	154.622.057.494,20
1985	219.791.211.664,55	242.826.838.879,64
1990	288.740.474.060,22	401.487.768.060,59
1995	338.183.475.098,10	604.637.550.473,74
2000	413.826.859.269,85	798.784.342.587,13
2005	525.476.244.038,33	1.021.192.627.905,49
2010	614.171.064.520,32	1.261.201.910.432,46
2015	864.316.670.330,88	1.465.773.245.547,15
2020	1.015.719.678.024,54	1.626.230.918.329,23
2021	1.131.039.375.185,18	1.693.643.458.139,12
2022	1.193.987.700.341,42	1.737.009.832.848,21

Kaynak: (“Data Bank: World Development Indicators” 2023).

Tabloya bakıldığında 1985 yılında Güney Kore'nin gayri safi yurtiçi hasılasının Türkiye'yi geçtiği görülmektedir. Üretimin artması ve teknolojik gelişmişlik seviyesi bu durumun nedenleri arasında sayılabilir. Nükleer enerji, Güney Kore'nin katma değeri yüksek teknolojik ürünler imal etmesini sağlamıştır. Böylelikle gayri safi yurtiçi hasılda artışlar gerçekleşmiştir. Bu artışlar, Şekil 27.'de görüleceği üzere kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılanın da çoğalmasına neden olmuştur. Ancak, şekilde son yıllarda her iki ülkenin gayri safi yurtiçi hasılları arasındaki farkın açılmaya başladığı görülmektedir. Bunun nedeni, Türkiye'nin 2018 yılında ABD ile yaşadığı rahip Brunson gerginliği sonrasında ve uygulanan ekonomi politikaları sonucunda Türk lirasının ABD dolarına karşı değer kaybetmesi şeklinde açıklanabilir (Bozkurt 2023). Türk lirasının değer kaybetmesiyle birlikte kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, istenen düzeyde artmamıştır. Ayrıca, döviz kurundaki artışlar nedeniyle Türkiye'nin enerji harcamaları da artmıştır.



Şekil 27. Türkiye ve Güney Kore'nin Kişi Başına Düşen Gayri Safi Yurt İçi Hasılası (ABD Doları)
Kaynak: ("Data Bank: World Development Indicators" 2023).

İhracat odaklı politikalar sonucunda her iki ülkenin ihracat ve ithalat oranları zamanla artmıştır. Aşağıdaki Tablo 7. incelendiğinde Güney Kore'nin ihracat ve ithalat oranlarının Türkiye'ye göre bir hayli yüksek olduğu görülmektedir. 1970 yılında nispeten az olan iki ülke arasındaki ihracat farkı, Güney Kore'nin ilk nükleer güç santralini kurmasından iki yıl sonra 1980 yılında

yaklaşık altı katı oranında artmıştır. Ayrıca, tabloda her iki ülkenin toplam ithalatı içerisinde enerji ithalatı payının yüksek olduğu ve Türkiye'nin dış ticaretinde sürekli cari açık verilirken Güney Kore'nin kimi yıllarda ihracat fazlası gelir elde ettiği görülmektedir.

Tablo 7. Türkiye ve Güney Kore'nin İhracat, İthalat ve Cari Açık Oranları								
Yıl	Türkiye				Güney Kore			
	İhracat	İthalat	Enerji İthalatı Payı	Cari Açık	İhracat	İthalat	Enerji İthalatı Payı	Cari Açık
1970	588.476	947.604	7,04	-359.128	835.185	1.983.973	-	-1.148.788
1975	1.401.075	4.738.558	17,13	-3.337.483	5.081.016	7.274.434	-	-2.193.418
1980	2.910.122	7.909.364	49,39	-4.999.242	17.504.862	22.291.663	-	-4.786.801
1985	7.958.010	11.343.376	33,32	-3.385.367	30.283.122	31.135.655	-	-852.533
1990	12.959.288	22.302.126	20,73	-9.342.838	65.015.731	69.843.678	-	-4.827.947
1995	21.637.041	35.709.011	12,94	-14.071.970	125.057.988	135.118.933	14,07	-10.060.945
2000	27.774.906	54.502.821	17,50	-26.727.914	172.267.510	160.481.018	23,73	11.786.492
2005	73.476.408	116.774.151	18,20	-43.297.743	284.418.743	261.238.264	25,84	23.180.479
2010	113.883.219	185.544.332	20,75	-71.661.113	466.383.762	425.212.160	28,83	41.171.602
2015	150.982.114	213.619.211	17,72	-62.637.098	526.756.503	436.498.973	23,69	90.257.530
2020	169.637.755	219.516.807	12,53	-49.879.052	512.498.038	467.632.763	18,51	44.865.275
2021	225.214.458	271.425.553	18,13	-46.211.095	644.400.368	615.093.447	22,37	29.306.921
2022	254.191.555	363.710.578	25,46	-109.519.023	683.584.760	731.369.657	29,90	-47.784.897

Kaynak: ("TÜİK" 2023b; "Dış Ticaret İstatistikleri" 2023; "K-Statics" 2023).

Türkiye, 2022 yılında 96.548.913 bin ABD doları tutarında dışarıdan enerji ithal etmiştir ("TÜİK" 2023b). İthalat kalemleri arasında en yüksek değere sahip olan enerji ithalatı, Türkiye'nin 2022 yılı toplam ithalatında %25,46'lık paya sahiptir. Diğer bir ifadeyle, enerji ithalatı tek başına Türkiye'nin toplam ithalatının 1/4'ünden biraz daha fazla kısmını işgal etmektedir. Bu nedenle, Türkiye'nin dış ticaretinde cari açıkların oluşmasındaki en önemli sebep enerji ithalatıdır. Enerji ithalatının ekonomi üzerindeki olumsuz etkisi, Türkiye'nin nükleer enerji yatırımlarını artırmasında temel motivasyon unsuru olmaktadır. Çünkü Akkuyu ve Sinop nükleer santrallerinin kurulmasıyla birlikte Türkiye'nin doğal gaz ithalatına ödediği

yıllık 7,2 Milyar ABD dolarlık masraftan kurtulacağı ifade edilmektedir (“Nükleer Bilgilendirme Kitapçığı” t.y.).

Güney Kore’nin de dış ticaretinde enerji ithalatı önemli bir yer kaplamaktadır. 2022 yılında Güney Kore 218.678,700 bin ABD doları değerinde enerji ithal etmiştir (“K-Statics” 2023). Bu oran Güney Kore’nin toplam ithalatında %29,90’a denk gelmektedir. Fakat, Güney Kore’nin ihracat oranlarının Türkiye’ye nazaran yüksek olması, ihracatın ithalatı büyük oranda karşılamasına neden olmaktadır. Örneğin; 2022 yılında 47.784.897 bin ABD doları değerinde verilen cari açık, Türkiye’nin cari açığının yaklaşık yarısına denk gelmektedir. Diğer yıllara nazaran 2022 yılında verilen cari açığın bu kadar yüksek olmasının nedeni; Güney Kore Ticaret, Sanayi ve Enerji Bakanı tarafından Rusya ve Ukrayna savaşı yüzünden artan enerji fiyatları şeklinde açıklanmıştır (Yoon 2023). Ancak yine de Güney Kore’nin yüksek enerji ithalatı oranlarına rağmen kimi yıllarda ihracat fazlası da verdiği tespit edilmiştir. Örneğin, Güney Kore 2012 yılında 186.189,83 bin ABD doları değerindeki enerji ithalatıyla toplam ithalatının %35,83’lük alanını kaplayarak toplam ithalatı içerisinde son 31 yılın en yüksek enerji ithalatı yüzdesine sahip olmuştur (“K-Statics” 2023). Buna rağmen Güney Kore, 2012 yılında dış ticaretinde 28.285,319 bin ABD doları tutarında ihracat fazlası vermiştir. Bu durumun sebepleri arasında nükleer enerji sayesinde üretilen yüksek katma değerli ürünlerin dışarıya ihraç edilmesi sayılabilir.

Nükleer enerji, ihraç edilen ya da iç tüketime yönelik üretilen ürünlerin uygun maliyetle üretilmesine de katkı sağlamaktadır. Nükleer enerjinin fosil yakıtların aksine fiyat istikrarsızlığı yaşamaması ürünlerin üretim maliyetlerini azaltmaktadır. Bu durumda, ürünlerin piyasada rekabet etme olanakları yükselmektedir. Fosil yakıt fiyatlarındaki artış, üretim maliyetleri ve fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla, yükselen maliyetler işverenin personel maaşlarını öderken zorluklar yaşamasına yol açmaktadır. Bunun sonucunda, işveren personelini işten çıkarma yoluna gidebilir. Bu durumda da ülke içerisinde işsizlik oranları artabilir.

Tablo 8. Güney Kore'nin İşsizlik Oranları	
Yıl	İşsizlik Oranı
1969	4,8
1980	5,2
1985	4
1990	2,5
1995	2,1
1999	6,3
2000	4,1
2005	3,5
2010	3,3
2015	3,5
2020	3,9
2021	3,6
2022	2,9

Kaynak: ("ILOSTAT Explorer" 2023).

Yukarıdaki Tablo 8. incelendiğinde Güney Kore'nin nükleer güç santrali kurmadan önceki 1969 yılında işsizlik oranının 4,8 olduğu görülmektedir. Tabloya göre Güney Kore'nin 1980 yılındaki işsizlik oranı 1969 yılına göre biraz artmış olsa da 1999 yılı hariç işsizlik oranı genelde 3 civarlarında olmuştur. Türkiye'nin ise 2022 yılı işsizlik oranı 10,1 olarak ölçülmüştür ("TÜİK" 2023c). Bu oran, Güney Kore'nin Asya Mali Krizi nedeniyle oluşan 1999 yılı işsizlik oranından bile daha büyüktür. Her iki ülke arasındaki işsizlik oranları farkının bu kadar yüksek olmasının nedenleri içerisinde nükleer enerjinin Güney Kore'ye sağladığı istihdam olanakları sayılabilir. Çünkü nükleer enerji, nükleer güç santrallerinde çalışanların yanı sıra kendisine yan sektörler de oluşturur. Nükleer güç santrallerinde kullanılan parçaların temini ya da nükleer enerji sayesinde üretilen yüksek teknoloji ürünler üzerine kurulan fabrikalar istihdam oranına katkı sağlamaktadır. Özellikle elektrik, imalat ve inşaat sanayilerinde nükleer enerjiye bağlı olarak birçok istihdam alanı oluşmaktadır. Güney Kore'de bu sektörlerde çalışan sayısı toplam istihdamın yaklaşık %31'ini oluşturmaktadır ("KOSIS" 2023). Dolayısıyla, nükleer enerjinin Güney Kore'nin toplam istihdamına olan katkısının yüksek olduğu ifade edilebilir. Ayrıca, hali hazırda bu sektörde çalışanlara ek olarak Güney Kore Başkanı Yoon Suk-yeol'un yeni nükleer enerji planları kapsamında 100.000 kişi için yeni iş alanının açılacağı tahmin edilmektedir (King

2022). Türkiye’de ise kurulacak Akkuyu ve Sinop nükleer güç santrallerinin yapım aşamasında 20.000 kişinin istihdam edileceği öngörülmektedir. 7.000 kişinin de nükleer güç santrallerinde aktif bir şekilde çalışacağı ve 10.000 yeni iş alanının açılacağı ifade edilmektedir (Kok ve Benli 2017, 876).

Tablo 9. Güney Kore ve Türkiye'nin Nükleer Enerjiye Yatırım Yapmasına Neden olan Ekonomik Faktörler		
Ekonomik Faktörler	Güney Kore	Türkiye
Nüfus Artışına Bağlı Enerji Tüketimi	+	+
Ekonomi Politikalarına Bağlı Enerji Tüketimi Artışı	+	+
Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Artışı	+	+
Enerji İthalatı Payı	+	+
İstihdam Olanakları	+	+

Her iki ülkeyi nükleer enerjiye yönlendiren ekonomik faktörler, Tablo 9.’dan da anlaşılacağı üzere nüfus artışına bağlı enerji tüketimi, ekonomi politikalarına bağlı enerji tüketimi artışı, gayri safi yurtiçi hasılda yaşanan artışlar, enerji ithalatının toplam ithalat içerisindeki payı ve nükleer enerjinin sağladığı istihdam olanakları şeklinde sınıflandırılabilir. Nüfus artışı, enerji tüketiminin artmasına yol açarak her iki ülkenin nükleer enerji alanına yatırım yapmasına neden olmuştur. Her ne kadar Türkiye’nin nüfusu Güney Kore’den fazla olsa da Güney Kore’nin uyguladığı ihracat odaklı ekonomi politikaları ve sanayi sektöründeki başarısı, birincil enerji tüketiminin Türkiye’den daha fazla olmasına sebebiyet vermiştir. Türkiye gibi fosil kaynaklar bakımından dışarıya bağımlı olan Güney Kore’nin bu tüketimi karşılarken ekonomik olarak sıkıntıya düşmemesi için nükleer enerjiye ihtiyacı bulunmaktaydı. Bu nedenle, enerji tüketimini karşılamak için Güney Kore nükleer enerji yatırımlarına Türkiye’den daha fazla önem vermiştir. Türkiye’nin de enerji tüketimi giderek artmıştır, ancak Güney Kore kadar yüksek seviyelere ulaşmamıştır. Bu nedenle, Türkiye’nin enerji kaynaklarına olan ihtiyacı Güney Kore’ye göre görece daha az kalmıştır. Türkiye de Güney Kore kadar enerji tüketseydi belki de nükleer enerji yatırımlarına daha fazla önem verebilirdi.

Gayri safi yurtiçi hasılasındaki artış da her iki ülkenin daha fazla mal ve hizmet üretme isteğini artırmıştır. Güney Kore'nin nükleer enerji sonrası, Türkiye'nin gayri safi yurtiçi hasılasını geçmesiyle birlikte ulaşmak istediği ekonomik hedefler de çoğalmıştır. Hedeflerini tutturabilmesi için de Güney Kore, nükleer enerjiye daha fazla yatırım yapmak istemiştir. Her iki ülkenin enerji ithalatı payının yüksek olması da nükleer enerji yatırımlarına öncelik vermesine neden olmuştur. Özellikle Türkiye'nin enerji ithalatı nedeniyle cari açıklarının oluşması, nükleer enerjiye yatırım yapmasının en önemli unsurlarından biri olmuştur. Bunların dışında; nükleer enerjinin sağladığı istihdam olanakları da hane halkının alım gücünü artıracığından her iki ülkenin nükleer enerji teknolojisini edinmek istemesinde önemli bir etmen olmuştur.

Özetle; nüfus artışının, teknolojik gelişmelerin ve ekonomik planların sonucunda Güney Kore ve Türkiye'nin enerji tüketimi her geçen yıl artmıştır. Güney Kore'nin stratejik sektörlerle yatırım yapması ihracat oranlarını ve buna bağlı olarak enerji tüketiminin artmasına neden olmuştur. Nükleer enerjinin de katkısıyla Güney Kore, enerji ihtiyacının bir kısmını kendisi karşılamış ve yüksek teknolojiye sahip olmuştur. Böylelikle Güney Kore'nin toplam mal ve hizmet üretimi çoğalmaya başlamış ve ihracattan elde ettiği gelir artmıştır. Enerji ithalatının toplam ithalattaki payının Türkiye gibi yüksek olmasına rağmen Güney Kore'nin kimi zaman Türkiye'ye nazaran daha düşük cari açık vermesi ya da hiç cari açığının oluşmaması, bu mal ve hizmet ürünlerinin üretimiyle açıklanabilir. Üretilen yüksek teknolojik ürünlerden elde edilen gelir çoğu zaman ithalatın karşılanmasına neden olmuştur.

Nükleer enerji, aynı zamanda Güney Kore'nin işsizlik oranlarına da etki yapmıştır. Nükleer enerjiden önce 4,8 olan işsizlik oranı nükleer enerjiden sonra genelde 3 civarlarında seyretmiştir. Türkiye'nin 2022 yılı işsizlik oranı, Güney Kore'nin 2022 yılı işsizlik oranının neredeyse 4 katına denk gelmektedir. Türkiye'de Akkuyu ve Sinop nükleer güç santrallerinin kurulmasıyla Türkiye'nin de istihdam olanaklarının artacağı söylenmektedir.

3.2. SİYASİ FAKTÖRLERİN GÜNEY KORE VE TÜRKİYE’NİN NÜKLEER ENERJİ POLİTİKASINA ETKİSİ

Nükleer enerjinin yapısı gereği karmaşık olması nedeniyle; ülkelerin nükleer enerji kaynaklı finansal, güvenlik ve toplumsal düzenlemeleri kolaylıkla yapabileceği uygun siyasi ortama ihtiyaçları bulunmaktadır. Sovacool ve Valentine bu uygun siyasi koşulları altı başlık halinde sıralamıştır. Bunlar; ulusal güvenlik ve gizlilik, teknokratik ideoloji, ekonomik müdahalecilik, merkezi enerji planlaması, muhalefetin siyasi otoriteye tabii kılınması ve düşük seviyeli sivil aktivizmdir. Bu bölümde, Güney Kore ve Türkiye’nin bu altı siyasi koşulu karşılayıp karşılamadığı tartışılacaktır.

Güney Kore hükümeti, ulusal güvenliğini sağlamak amacıyla nükleer enerji programının en başından itibaren nükleer silah geliştirme arzusunda olduğunu sürekli dile getirmiştir. Bu şekilde Güney Kore, nükleer silahların caydırıcı özelliğinden yararlanarak Kuzey Kore yüzünden oluşabilecek sosyal veya ekonomik sorunları engellemek istemiştir. Bu amaçla; nükleer silah teknolojisi üzerine yapılan çalışmalar, ABD’nin 1973 yılında askeri desteğini çekmesi üzerine hızlandırılmıştır (Sovacool ve Valentine 2012, 153-156). Ancak ABD tarafından hem güvenlik hem de ekonomik yönden yapılan baskılar, Güney Kore’nin nükleer silah teknolojisi üzerinde yaptığı çalışmaları yarıda bırakmasına neden olmuştur (Kim 2001, 63-64). Çalışmaların kesilmesinin ardından Güney Kore, 1991 yılında nükleer silah geliştirme amacının olmadığını, ekonomik nedenlerle nükleer enerji teknolojisine yatırım yapmak istediğini açıklamıştır. Fakat, güvenlik sebepleri ve Kuzey Kore’den gelen tehditler nedeniyle Güney Kore’nin hali hazırda nükleer silaha sahip olduğunu ifade eden söylentiler bulunmaktadır. (Sovacool ve Valentine 2012, 157). Türkiye ise 1969 yılında Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Anlaşması’nı (NPT) imzalayıp, 1980 yılında onaylayarak “Nükleer Silaha Sahip Olmayan Devlet” statüsü ile anlaşmanın tarafı olmuştur (Kıbaroğlu 2013, 13). Ancak Cumhurbaşkanı Recep Tayyip Erdoğan, 2019 yılında bazı ülkelerin nükleer silaha sahip olup bazılarının olmamasını eleştirmiş ve bu durumu kabul etmediğini ifade etmiştir. Cumhurbaşkanı Erdoğan’ın bu çıkışı uluslararası arenada büyük bir yankı uyandırmıştır (Samar 2019). Fakat

şu an için Türkiye'nin nükleer silah üzerinde bilinen bir çalışması bulunmamaktadır. Bu nedenle Cumhurbaşkanı Erdoğan, büyük bir ihtimalle uluslararası sistemi eleştirmek amacıyla böyle bir yorumda bulunmuştur.

Güney Kore, Japonya örneğinden yola çıkarak teknolojik gelişmenin verimliliği artıracağına ve doğal kaynak yetersizliği nedeniyle ortaya çıkan sorunların üstesinden geleceğine inanmıştır. Bu teknokratik düşünce biçimi, Güney Kore'nin ulusal ekonomik kalkınma stratejisini, eğitimini, kurumsal stratejisini ve enerji planlamasını biçimlendirmiştir. Nükleer enerji, bu düşünce kapsamında benimsenmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Hükümet, bu alanda bilgi birikimini çoğaltmak ve gelişmek için bilim insanları ve mühendislere prestijli pozisyonlar ve yüksek maaşlar teklif etmiştir (Sovacool ve Valentine 2012, 157-158). Türkiye ise ilk zamanlarda nükleer enerjiyi teknolojik gelişmişliği sağlayacak bir araçtan çok enerji ihtiyacını karşılayacak temel bir kaynak olarak görmüştür. Daha sonradan bu bakış açısının kapsamı genişlese de nükleer enerjiye Güney Kore kadar teknokratik bakış açısıyla yaklaşılmamıştır.

1961 yılından 1987 yılına kadar askeri diktatörlükle yönetilen Güney Kore; siyasi ve sosyal konuların yanı sıra ekonomi üzerinde de sıkı bir kontrol mekanizması gerçekleştirmiştir. Bu dönemde hükümet, Kore Savaşı'nın yarattığı yıkımdan kurtarması ve endüstriyel çıktıyı artırması amacıyla nükleer enerjiye yatırım yapmıştır. Yatırımların başarısının merkezi kontrolden geçtiği düşünen hükümet, finansal konuları sıkı bir şekilde takip etmiştir (Sovacool ve Valentine 2012, 158). Türkiye ise 2010 yılına kadar ihaleler yoluyla nükleer güç santrali kurma yönünde bir politika sergilemiş ve her bir girişimi çoğunlukla finansal konular yüzünden sonuçsuz kalmıştır. Diğer bir ifadeyle, Türkiye devlet olarak finansal sıkıntıyı giderebilmek adına kararlı bir duruş sergileyememiştir. Türkiye ancak 2010 yılında Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin tüm mali yükünü Rusya'ya devrederek bu sorunu çözmüştür.

Güney Kore, askeri diktatörlüğün bir sonucu olarak enerji planlamasını da sıkı bir şekilde yürütmüştür. Nükleer enerji girişimleri de bu enerji planlaması sonucunda KEPCO gibi devlet örgütleri aracılığıyla gerçekleşmiştir. Bu örgütlerin nükleer enerji teknolojisini öğrenmek

amacıyla gerçekleştirdikleri araştırma, geliştirme ve eğitim faaliyetleri Güney Kore'nin nükleer enerji alanında başarılı olmasını sağlamıştır. Türkiye de nükleer enerji alanındaki bilgi birikimini derinleştirmek amacıyla TAEK gibi örgütler kurmuştur. Ancak bu örgütlerin organizasyon yapısının sürekli bozulması, nükleer enerji alanındaki girişimlerde kararlı bir duruş sergilenmesini engellemiştir. Günümüzde daha planlı bir şekilde nükleer enerji teknolojisine yatırım yapılmaktadır. Özellikle nükleer enerji teknolojisini öğrenmesi amacıyla Rusya'ya öğrenciler gönderilmekte ve yetişmiş Türk mühendislerinin yapım aşamasında olan Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nde çalışması sağlanmaktadır. Bu kapsamda, 2022 yılı da dahil toplam 246 öğrenci nükleer enerji mühendisliği eğitimi için Rusya'ya gönderilmiş, bu öğrencilerden 220'si Akkuyu'da çalışmaya başlamıştır. Ayrıca, 71 öğrenci de yüksek lisans eğitimlerini tamamlamaları amacıyla Rusya'ya gönderilmiştir ("Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesi" 2022).

Askeri cunta döneminde Güney Kore'de hükümet, siyasi düzeni tamamen kontrol altına almış ve muhalif düşünceler baskı altına alınmıştır (Nilsson-Wright 2022). Dolayısıyla bu dönemde Güney Kore'nin nükleer enerji politikasına karşı çıkabilecek muhalefet oluşmamıştır. Muhalif hareketler ancak Güney Kore'nin 1987 yılında demokratik düzene geçmesiyle ortaya çıkmaya başlamıştır. Fakat, nükleer enerjinin ekonomi üzerindeki yadsınamaz etkisi nedeniyle Moon Jae-in yönetimi hariç hükümetlerin nükleer enerjiye karşı tutumu büyük oranda aynı kalmıştır. Türkiye de bir dönem askeri cunta ile yönetilmiş ve muhalefet ciddi bir baskı altında tutulmuştur. Ancak askeri cuntanın nükleer enerji konusunda ciddi ve kararlı bir tutumu olmaması nedeniyle bu dönemde nükleer enerji alanında bir gelişme yaşanmamıştır. Hatta bu dönemlerde nükleer enerji girişimleri askıya bile alınmıştır. Günümüzde ise Türkiye'nin çok partili demokratik yapısı nedeniyle muhalefet tarafından hükümetin nükleer enerji politikalarına eleştiriler yapılmaktadır.

Güney Kore'nin askeri yönetim döneminde başlayan nükleer enerji girişimlerine karşı yine bu dönemin baskıcı koşulları nedeniyle halkın tepkisi çok sınırlı kalmıştır. Liderler herhangi bir muhalefetle karşılaştığı zamanda da nükleer enerjinin yoksulluğu gidereceğini ve Güney

Kore'nin savunma sanayisini güçlendireceğini söyleyerek politikalarını meşrulaştırmıştır. Ancak Güney Kore'nin demokratik kurumlarının güçlenmesiyle birlikte nükleer enerji karşıtı söylemler artmıştır. Yine de bu hareketler hükümetin nükleer enerji planlarını durdurmasını sağlayacak kadar güçlü değildir (Sovacool ve Valentine 2012, 160-167). Türkiye'de de nükleer enerji karşıtı protestolar ve kampanyalar düzenlense de bu eylemler hükümet politikalarını değiştirecek düzeyde güçlü olmamıştır.

Tablo 10. Güney Kore ve Türkiye'nin Siyasi Kriterleri Karşılama Puantajı				
Siyasi Kriterler	Nükleer Enerji Girişimlerinin Başındayken		Günümüzde	
	Güney Kore	Türkiye	Güney Kore	Türkiye
Ulusal Güvenlik ve Gizlilik	+	-	-	-
Teknokratik İdeoloji	+	-	+	-
Ekonomik Müdahalecilik	+	-	+	-
Merkezi Enerji Planlaması	+	-	+	+
Muhalefetin Siyasi Otoriteye Tabii Kılınması	+	+	-	-
Düşük Seviyeli Sivil Aktivizm	+	+	+	+

Kaynak: (Sovacool ve Valentine 2012, 151-168).

Sonuç olarak; Tablo 10.'da görüleceği üzere nükleer enerji girişimlerinin başındayken Güney Kore, Sovacool ve Valentine'nin altı sosyal politik ekonomik koşulu sağlayarak nükleer enerji programını başarıyla gerçekleştirmiştir. Daha sonradan Güney Kore'nin demokrasiye geçiş sürecinde siyasi ortamında değişiklikler yaşanmıştır. Buna bağlı olarak; Güney Kore, ulusal güvenlik ve gizlilik ve muhalefetin siyasi otoriteye tabii kılınması kriterlerini sağlamamaya başlamıştır. Ancak nükleer enerjinin ekonomi üzerindeki etkisi, genel olarak halkın ve hükümetin nükleer enerjiye destek vermesine neden olmuştur. Tabloya tekrar bakıldığında Türkiye'nin ise 2010 yılına kadar yaklaşık 50 yıldır sürdürdüğü nükleer güç santrali kurma girişimlerinde Sovacool ve Valentine'nin tespit ettiği siyasi faktörlerin çoğunu karşılamadığı görülmektedir. Günümüzde de Türkiye yine bu altı faktörün hepsini tam anlamıyla karşılamıyor

olsa da Akkuyu Nükleer Güç Santrali anlaşmasında görüleceği üzere hükümetin sorunları çözmek için kararlı bir duruş sergiliyor olması umut vericidir. Bu çalışmalar sonucunda, Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin ilk ünitesinin 2024 yılında aktif hale gelmesi beklenmektedir. Türkiye'nin yeni inşa edilecek nükleer güç santrallerinde de Akkuyu'da olduğu gibi sıkı bir politika yürütmesi gerekmektedir.

SONUÇ

Sanayi devriminden sonra mal ve hizmet üretimindeki artış, özellikle enerji fakiri olan ülkelerin yaygın ve yoğun olarak kullanılan fosil yakıtların yerine alternatif enerji kaynakları aramasına neden olmuştur. Nükleer enerji, bu aşamada hem enerji verimliliğinin yüksek olması hem de fiyat istikrarsızlıklarından ve yenilenebilir enerji kaynaklarının aksine hava kötü koşullarından etkilenmemesi nedeniyle ülkeler tarafından tercih edilmeye başlanmıştır. Özellikle, enerji ithalatına oldukça bağımlı olan ve enerji güvenliğini artırmak isteyen Türkiye ve Güney Kore gibi ülkeler için nükleer enerji, önemli bir alternatif enerji kaynağı olmuştur. Ayrıca kurulacak nükleer güç santrallerinin uzun ömürlü olması ve sera gazı etkisinin az olması da ülkelerin nükleer enerjiye daha çok yatırım yapmasını sağlamıştır. Ancak bütün bu avantajların yanı sıra nükleer enerjinin beraberinde getirdiği önemli dezavantajlar ve riskler de bulunmaktadır. Nükleer enerji santrallerinin kuruluş ve söküm aşamasının oldukça maliyetli olması, nükleer atık yönetiminin iyi bir şekilde gerçekleştirilmemesi ve geçmişte Three Mile Adası'nda, Çernobil ve Fukushima Daiichi'de yaşanan kazalar bu dezavantaj ve risklere örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca nükleer enerjinin silah yapımında kullanılması olasılığı da bazı ülkelerin nükleer enerjiyi tehdit olarak görmesine neden olmuştur. Ancak, günümüzde kazalardan oluşabilecek sorunları minimuma indirecek gelişmiş güvenlik sistemleri tasarlanmakta ve nükleer silahların yayılmasını engelleyecek uluslararası anlaşmalar imzalanmaktadır.

Güney Kore ve Türkiye fosil enerji kaynaklarına olan bağımlılıklarını azaltmak amacıyla nükleer enerji yatırımlarına aynı dönemlerde başlamış, ancak bu alandaki gelişim süreci aynı şekilde ilerlememiştir. Güney Kore hükümeti; nükleer enerji politikalarını devlet eliyle sıkı bir

şekilde yürütmüş, bu girişimlere finansal destek sağlamış ve bu alandaki insan kaynağını geliştirebilmek için eğitim faaliyetleri düzenlemiştir. Türkiye ise 2010 yılına kadar birçok defa nükleer güç santrali kurma çabasında bulunmuş, ancak bu girişimler finansal sorunlar, askeri darbeler, nükleer santral kazaları ve siyasi iradenin bu konuda kararlı bir duruş sergileyememesi nedeniyle hep sonuçsuz kalmıştır. Güney Kore ise bu sıralarda enerji ihtiyacının bir kısmını nükleer enerjiden karşılamış ve yine nükleer enerji sayesinde üretmiş olduğu yüksek teknolojlili ürünleri ihraç ederek milli gelir seviyesini yükselmiştir. Bu gelişmeler sonucunda, 1960-1980 yılları arasında Türkiye’den bir hayli düşük olan Güney Kore’nin gayri safi yurtiçi hasılası Türkiye’yi geçmiştir.

Ekonomik faktörler, Türkiye ve Güney Kore’nin nükleer enerji girişimlerini belirlemede önemli bir rol üstlenmiştir. Öncelikle her iki ülkenin de enerji bağımlılık oranının ve enerji ithalatının toplam ithalat içerisindeki payının yüksek olması, fosil yakıtlar yerine alternatif enerji kaynağı aramasına neden olmuştur. Türkiye ve Güney Kore, bu enerji bağımlılığını azaltmak ve ithalat oranını düşürmek için nükleer enerji alanına yatırım yapmıştır. Türkiye 2010 yılına kadar bulunduğu nükleer enerji girişimlerinde başarısız olsa da Güney Kore nükleer enerji yatırımlarına devam etmiş ve bu alanda önemli başarılar yakalamıştır. Nükleer enerjide sağlanan bu başarı Güney Kore’nin gayri safi yurtiçi hasılasını, ihracat ve istihdam oranlarını artırmasına neden olmuştur. Bu nedenle Güney Kore, nükleer enerji yatırımlarına devam etmiş ve kendi nükleer güç santralini yapacak seviyeye ulaşmıştır.

Siyasi faktörler de her iki ülkenin nükleer enerji girişimlerini etkilemiştir. Türkiye’nin nükleer enerji konusunda başarısız olunan dönemdeki siyasi ortamına bakıldığında nükleer enerjinin ulusal güvenlik unsuru olarak ele alınmadığı, nükleer enerjiye teknokratik bir düşünceyle yaklaşmadığı, merkezi ekonomik ve enerji planlamasının yapılmadığı görülmektedir. Ayrıca nükleer enerji girişimleri boyunca askeri cunta yönetiminin etkisinde kalan hükümetin kararlı bir nükleer enerji politikası yürütmediği de görülmektedir. Toplumun zayıflığı ve muhalefetin sınırlı etkisinden yararlanarak aslında hükümet bu dönemde nükleer enerji programını içeriden engelle karşılaşmadan kolaylıkla yürütebilirdi. Ancak finansal konulara çözüm bulunamaması

ve nükleer enerjinin öneminin yeterince anlaşılamaması nükleer enerji girişimlerinin sonuçsuz kalmasına neden olmuştur. Günümüzde ise Türkiye yine tüm siyasi koşulları tam anlamıyla karşılamasa da son yıllarda yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi hedefiyle yenilenebilir ve nükleer enerji alanlarında cumhurbaşkanlığı hükümet sisteminin hayata geçmesiyle etkin ve hızlı politikalar hayata geçirilmektedir. Hatta her ne kadar anlaşmanın niteliği tartışılsa da 2010 yılında Rusya ile yapılan anlaşmaya göre ilk nükleer santralin devam eden inşaatında ilk reaktörün 2023 yılı nisan ayında yakıt yükleme töreninin ardından 2024 yılında üretime başlaması beklenmektedir.

Güney Kore'nin nükleer enerji alanında başarılı olmasının siyasi faktörleri ele alındığında henüz girişimlerin başındayken nükleer enerjinin ulusal güvenlik açısından önemli kabul edildiği, nükleer enerjiye refahın ve gelişmişliğin kaynağı olarak bakıldığı ve bu alanda merkezi ekonomik ve enerji planlamaları yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu dönemde askeri yönetimin ülke içerisinde sıkı kontrolü nedeniyle muhalefetin ve sivil toplumun etkisizliği nükleer enerji politikalarının kolaylıkla yürütülmesini sağlamıştır. Her ne kadar Güney Kore bir süre sonra askeri yönetimden kurtulmuş ve demokratik düzene geçmiş olsa da nükleer enerjinin ekonomi üzerindeki etkisi nedeniyle hükümetin nükleer enerji politikası genel olarak aynı kalmıştır.

Sonuç olarak, hem Güney Kore hem de Türkiye enerji bağımlılığını azaltabilmek ve enerji güvenliklerini sağlayabilmek için nükleer enerjiye önemli yatırımlarda bulunmuştur. Güney Kore bu yatırımlar sonucunda nükleer enerji alanında önemli başarılar elde ederken Türkiye, ekonomik sorunlar ve siyasi nedenler sebebiyle istediği başarıyı elde edememiştir. Günümüzde Türkiye nükleer enerji alanında önemli yatırımlar yapmakta ve nükleer güç santralleri kurmak istemektedir. Hatta 2010 yılında Rusya ile imzalanan anlaşma sonucunda Akkuyu Nükleer Güç Santrali'nin ilk ünitesinin 2024 yılında devreye alınacağı beklenmektedir. Ancak Türkiye'nin diğer kurmak istediği nükleer güç santrallerini başarıyla gerçekleştirmesi ve nükleer enerji alanında gelişmesi için geçmişteki başarısız nükleer enerji girişimlerinden ve Güney Kore'nin bu alandaki başarısından ders çıkararak nükleer enerji politikasını kararlı bir şekilde yürütmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Açıkalın, Sezgin. 2019. “1980-1994: Yeni Dünya Düzeni ve Türkiye’de Liberal Ekonomiye Geçiş”. İçinde *Türkiye Cumhuriyeti İktisat Tarihi*, editör Kemal Yakut, 219-243. E: T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını.

“Akkuyu NGS İnşaat Projesi”. t.y. AKKUNPP. Erişim 7 Mayıs 2023. <http://www.akkunpp.com/akkuyu-ngs-insaat-projesi>.

“Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesi”. 2022. T.C. Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı. Erişim 9 Haziran 2023. <https://enerji.gov.tr/neupgm-akkuyu-nukleer-guc-santrali-projesi>.

Andrews-Speed, Philip. 2020. “South Korea’s Nuclear Power Industry: Recovering From Scandal”. *The Journal of World Energy Law & Business* 13 (1): 47-57. <https://doi.org/10.1093/jwelb/jwaa010>.

Apergis, Nicholas, ve James E. Payne. 2010. “A Panel Study of Nuclear Energy Consumption and Economic Growth”. *Energy Economics* 32 (3): 545-549. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.09.015>.

Aslan, Alper, ve Seçil Çam. 2013. “Alternative and Nuclear Energy Consumption–Economic Growth Nexus for Israel: Evidence Based on Bootstrap-Corrected Causality Tests”. *Progress in Nuclear Energy* 62: 50-53. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2012.09.002>.

“Bakan Dönmez, Akkuyu’dan Elektrik Üretimi İçin Tarih Verdi”. t.y. Milliyet. Erişim 4 Mayıs 2023. <https://www.milliyet.com.tr/ekonomi/bakan-donmez-akkuyudan-elektrik-uretimi-icin-tarih-verdi-6938272>.

“Belgium Energy Information”. t.y. Enerdata. Erişim 27 Temmuz 2023. <https://www.enerdata.net/estore/energy-market/belgium/>.

Bozkurt, Birol. 2023. “Türk Lirası 1,5 Yılın En Sert Değer Kaybını Yaşadı”. *Dünya*, Erişim 8 Haziran 2023. <https://www.dunya.com/finans/haberler/borsa/turk-lirasi-15-yilin-en-sert-deger-kaybini-yasadi-haberi-695642>.

“BP Energy Charting Tool”. t.y. Erişim 20 Mayıs 2023. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy/energy-charting-tool-desktop.html#/results/et/oil-cons/unit/MT/regions/TUR/view/area>.

“BP Statistical Review of World Energy”. 2022. İngiltere.

Bruckner, Thomas, Lew Fulton, Edgar Hertwich, Alan McKinnon, Daniel Perczyk, Joyashree Roy, Roberto Schaeffer, Ralph Sims, Pete Smith, ve Ryan Wiser. 2014. “Technology-Specific Cost and Performance Parameters”. İçinde *Climate Change 2014: Mitigation of Climate*, editör Steffen Schlömer, 1329-1356. ABD: Cambridge University Press.

Cho, Il Hyun. 2022. "To Escape or Embrace Reactors? The Politics of Nuclear Phase-Out in Germany and South Korea". *The Pacific Review* 35 (1): 32-58. <https://doi.org/10.1080/09512748.2020.1806341>.

Choi, Sung Yeol, Eunju Jun, ve Il Soon Hwang. 2008. "Lessons Learned from the Development of the Korean Nuclear Power Programme". International Atomic Energy Agency.

Choi, Sungyeol, Eunju Jun, IlSoon Hwang, Anne Starz, Tom Mazour, SoonHeung Chang, ve Alex R. Burkart. 2009. "Fourteen Lessons Learned from the Successful Nuclear Power Program of the Republic of Korea". *Energy Policy* 37 (12): 5494-5508. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.08.025>.

Cohen-Unger, Susan, ve Ayhan Evrensel, ed. 2016. *Radiation: Effects and Sources*. Wien: United Nations Environment Programme.

"Covid-19 Coronavirus and Nuclear Energy". 2022. World Nuclear Association. Erişim 15 Haziran 2023. <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/covid-19-coronavirus-and-nuclear-energy.aspx>.

"Data Bank: World Development Indicators". 2023. The World Bank. Erişim 15 Haziran 2023. <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators#>.

Demir, İdris. 2008. "OPEC: Güçlü Bir Kartel?" *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, sy 18: 231-246.

"Dış Ticaret İstatistikleri". 2023. TÜİK. Erişim 10 Mayıs 2023. <https://biruni.tuik.gov.tr/disticaretapp/disticaret.zul?param1=0¶m2=0&sitcrev=0&isicrev=0&sayac=5801>.

Dinçer, Hasan, Serhat Yüksel, Çağatay Çağlayan, ve Gülsüm Sena Uluer. 2020. "The Contribution of Nuclear Energy Investment on Sustainable Financial and Economic Development". *Journal of Financial Economics and Banking* 1 (1): 39-51.

"Doğal Gaz Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu". Erişim 17 Mayıs 2023. Ankara: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.

"Doğal Gaz Piyasası Resmi İstatistikleri Listesi". 2023. EPDK. Zaman Serisi. Erişim 17 Mayıs 2023. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-166/resmi-istatistikleri>.

"Dose Limits". 2019. ICRPAEDIA. Erişim 17 Mayıs 2023. http://icrpaedia.org/Dose_limits.

Ehliz, Harun Işık. 2020. "Jeopolitik Perspektiften Türkiye'nin Sürdürülebilir Güvenlik ve Kalkınmasında Nükleer Enerjinin Rolü ve Bölgesel Güvenlik Boyutu". Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

"Elektrik Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu". 2023. Ankara: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.

“Ember-Climate”. 2023. South Korea. Erişim 17 Mayıs 2023. <https://ember-climate.org/countries-and-regions/countries/south-korea/>.

Erdal, Leman, ve Etem Karakaya. 2012. “Enerji Arz Güvenliğini Etkileyen Ekonomik, Siyasi ve Coğrafi Faktörler”. *Uludaę Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakóltesi Dergisi* 31 (1): 107-136.

Erkök, Banu. 2019. “Kalkınmada Güney Kore Örneği”. *İşletme Araştırmaları Dergisi* 11 (3): 1401-1416. <https://doi.org/10.20491/isarder.2019.679>.

“EU Energy Statistical Pocketbook and Country Datasheets”. 2023. European Commission. Erişim 20 Mayıs 2023. <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fenergy.ec.europa.eu%2Fsystem%2Ffiles%2F2023-05%2Fenergy%2520statistical%2520country%2520datasheets%25202023-04.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK>.

Ferguson, Charles D. 2011. *Nuclear Energy: What Everyone Needs to Know*. What Everyone Needs to Know. Oxford ; New York: Oxford University Press.

Fischer, David. 1997. *History of the International Atomic Energy Agency: The First Forty Years*. Viyana: International Atomic Energy Agency. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0306454997001217>.

“France Energy Information”. t.y. Enerdata. Erişim 27 Temmuz 2023. <https://www.enerdata.net/estore/energy-market/france/>.

“GDP Growth (annual %) - Korea, Republic”. t.y. The World Bank. Erişim 10 Haziran 2023. <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.KD.ZG?locations=KR>.

Güner, Volkan. 2013. “Nuclear Energy as a Determinant in International Relations”. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Hakyemez, Can. 2023. “Aylık Enerji Bülteni”. 59. Nisan 2023. TSKB Ekonomik Araştırmalar.

Holt, Mark. 2013. “U.S. and South Korean Cooperation in the World Nuclear Energy Market: Major Policy Considerations”. 7-5700. Congressional Research Service.

Hore-Lacy, Ian. 2006. *Nuclear Energy in the 21st Century: The World Nuclear University Primer*. London Burlington, Mass: World Nuclear University Press Elsevier.

“IEA”. 2023. Türkiye. Erişim 22 Mayıs 2023. <https://www.iea.org/countries/turkiye>.

“ILOSTAT Explorer”. 2023. ILO. Erişim 22 Mayıs 2023. https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer0/?lang=en&segment=indicator&id=UNE_DEAP_SEX_AGE_RT_A&ref_area=KOR.

“In Operation & Suspended Operation Reactors”. 2023. IAEA: PRIS. Erişim 22 Mayıs 2023. <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByType.aspx>.

İmer, Sencer, ve Akın Dalbudak. 2012. “Türkiye’de Nükleer Güç Santrali Kurulması ve Dış Politikaya Olası Etkileri”. *Gazi Akademik Bakış* 5 (10): 147-172.

Juhn, Poong-Eil, ve Hwasup Kim. 1986. “Nuclear Power in the Republic of Korea: Research and Development”. *İçinde* , 183-189. International Energy Agency.

“Karadeniz Gazı Karaya Ulaştırılıyor”. 2023. HABERTÜRK. Erişim 20 Nisan 2023. <https://www.haberturk.com/karadeniz-gazi-icin-geri-sayim-3584711-ekonomi>.

Karsan, Gökhan, ve Erhan Atay. 2013. “A Comparative Analysis of Turkish and Korean Political Economy: Economic Crisis Perspective”. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi* 27 (4): 272-302.

“Katı Yakıtların Üretim, İthalat, İhracat, Stok Değişim ve Teslimat Miktarları”. 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim 28 Nisan 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=cevre-ve-enerji-103&dil=1>.

Kaya, Ferat, ve Emirhan Göral. 2016. “Türkiye’nin Nükleer Enerji Politikası”. *Akademik Bakış Dergisi*, sy 57: 421-438.

“Key World Energy Statistics 2021”. 2021. International Energy Agency.

Kızıltan, Ogan. 2010. “Nükleer Enerjinin Türkiye’de Enerji İhtiyacını Karşılamadaki Rolü”. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Kıbaroğlu, Mustafa. 1997. “Turkey’s Quest for Peaceful Nuclear Power”. *The Nonproliferation Review* 4 (3): 33-44. <https://doi.org/10.1080/10736709708436677>.

Kıbaroğlu, Mustafa. 2013. “Enerji mi? Silah mı? Nükleer’in İki Yüzü”. *Ortadoğu Analiz* 5 (58): 10-22.

Kim, Jong-dall, ve John Byrne. 1996. “The Asian Atom: Hard-Path Nuclearization in East Asia”. *İçinde Governing the Atom*, editör John Byrne ve Steven M. Hoffman, 1. bs, 7:271-297. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429334016-13>.

Kim, Seung-Young. 2001. “Security, Nationalism and the Pursuit of Nuclear Weapons and Missiles: The South Korean Case, 1970-82”. *Diplomacy & Statecraft* 12 (4): 53-80.

Kim, Sung Chull, ve Yousun Chung. 2018. “Dynamics of Nuclear Power Policy in the Post-Fukushima Era: Interest Structure and Politicisation in Japan, Taiwan and Korea”. *Asian Studies Review* 42 (1): 107-124. <https://doi.org/10.1080/10357823.2017.1408569>.

King, Kaitlyn. 2022. “South Korea’s Economic Rationale for Nuclear Energy”. The Korea Economic Institute of America. Erişim 3 Haziran 2023. <https://keia.org/the-peninsula/south-koreas-economic-rationale-for-nuclear-energy/>.

Kitschelt, Herbert P. 1986. "Political Opportunity Structures and Political Protest: Anti-Nuclear Movements in Four Democracies". *British Journal of Political Science* 16 (1): 57-85. <https://doi.org/10.1017/S000712340000380X>.

Kok, Besir, ve Hüseyin Benli. 2017. "Energy Diversity and Nuclear Energy for Sustainable Development in Turkey". *Renewable Energy* 111: 870-877. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.05.001>.

Konca, Hicran. 2018. "Enerjide Dışa Bağımlılık Çerçevesinde Türkiye’de Nükleer Enerjinin Analizi". Yüksek Lisans Tezi, Kırklareli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

"KOSIS". 2023. Erişim 10 Mayıs 2023. https://kosis.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=339&tblId=DT_339001_001&vw_cd=MT_ETITLE&list_id=U_9_001_001&scrId=&language=en&seqNo=&lang_mode=en&obj_var_id=&itm_id=&conn_path=MT_ETITLE&path=%252Feng%252FstatisticsList%252FstatisticsListIndex.do.

"K-Statics". 2023. KITA. Erişim 15 Mayıs 2023. http://www.kita.org/kStat/overview_BalanceOfTrade.do.

Lee, Man-Ki, Kee-Yung Nam, Ki-Ho Jeong, Byung-Joo Min, ve Young-Eek Jung. 2009. "Contribution of Nuclear Power to the National Economic Development in Korea". *Nuclear Engineering and Technology* 41 (4): 549-560. <https://doi.org/10.5516/NET.2009.41.4.549>.

Lee, Taedong. 2021. "From Nuclear Energy Developmental State to Energy Transition in South Korea: The Role of the Political Epistemic Community". *Environmental Policy and Governance* 31 (2): 82-93. <https://doi.org/10.1002/eet.1919>.

Lehr, Jay H. 2011. "Introduction". İçinde *Nuclear Energy Encyclopedia: Science, Technology, and Applications*, editör Steven B. Krivit ve Thomas B. Kingery, xi-xii. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Lim, Chun-Taek. 2021. "2021 Energy Info. Korea". Kore Cumhuriyeti: Korea Energy Economics Institute.

Mercan, Kadir. 2011. "Türkiye için Nükleer Enerjinin Gerekliliği". Yüksek Lisans Tezi, Kadir Has Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Nazlıoğlu, Şaban, Fuat Lebe, ve Selim Kayhan. 2011. "Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in OECD Countries: Cross-Sectionally Dependent Heterogeneous Panel Causality Analysis". *Energy Policy* 39 (10): 6615-6621. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.08.007>.

Neumann, Anne, Lars Sorge, Christian von Hirschhausen, ve Ben Wealer. 2020. "Democratic Quality and Nuclear Power: Reviewing the Global Determinants for the Introduction of Nuclear

Energy in 166 Countries”. *Energy Research & Social Science* 63: 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101389>.

Nguyen, Viet Phuong. 2019. “An Analysis of Moon Jae-in’s Nuclear Phase-Out Policy”. *Georgetown Journal of Asian Affairs* 4 (66-72): 2.

Nilsson-Wright, John. 2022. “Contested Politics in South Korea”. *Chathamhouse*, Erişim 28 Mayıs 2023. <https://www.chathamhouse.org/2022/07/contested-politics-south-korea/2-south-koreas-democratic-evolution>.

“Nuclear Share of Electricity Generation in 2022”. 2023. IAEA: PRIS. Erişim 28 Mayıs 2023. <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/NuclearShareofElectricityGeneration.aspx>.

“Nükleer Bilgilendirme Kitapçığı”. t.y. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. Erişim 21 Mayıs 2023. <https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/NUPGM/tr/Belgeler/5161-nukleer3.pdf>.

“Nükleer Enerji ve Türkiye”. 2017. Sektör Değerlendirme Raporu. Thinktech STM Future Technology Institute.

Özcan, Burcu, ve Ayşe Arı. 2017. “Nuclear Energy-Economic Growth Nexus in OECD Countries: A Panel Data Analysis”. *International Journal of Economic Perspectives* 11 (1): 138-154.

Özemre, Ahmed Yüksel. 2008. “Yeni ‘Nükleer Enerji Kanunu’ Türkiye’yi Nereye Götürür?” Erişim 23 Haziran 2023. <https://www.ozemre.com/makaleler/yeni-nukleer-enerji-kanunu-turkiyeyi-nereye-goturur>.

Park, Chung-Taek. 1992. “The Experience of Nuclear Power Development in the Republic of Korea: Growth and Future Challenge”. *Energy Policy* 20 (8): 721-734. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(92\)90033-X](https://doi.org/10.1016/0301-4215(92)90033-X).

“Petrol Piyasası 2022 Yılı Sektör Raporu”. 2023. Ankara: T.C. Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı.

“Projenin Tarihçesi”. t.y. AKKUYU. Erişim 7 Mayıs 2023. <http://www.akkuyu.com/projenin-tarihcesi>.

Republic of Korea Ministry of Trade, Industry and Energy. 2022. “Korea’s New Energy Policies Are Announced”, Erişim 5 Haziran 2023. https://english.motie.go.kr/en/pc/pressreleases/bbs/bbsView.do?bbs_cd_n=2&bbs_seq_n=1008.

Salcı, Turan. 2022. “Japonya ile İnşa Edilemeyen Sinop NGS İçin Rusya İle Temas Başladı: Projede Bugüne Kadar Neler Oldu?”, Erişim 24 Haziran 2023. <https://sputniknews.com.tr/20221024/japonya-ile-insa-edilemeyen-sinop-ngs-icin-rusya-ile-temas-basladi-projede-bugune-kadar-neler-oldu-1062649457.html>.

Samar, Kamuran. 2019. “Türkiye Nükleer Silah Üretirse Sonuçları Ne Olur?” *Euronews*, Erişim 15 Haziran 2023. <https://tr.euronews.com/2019/11/15/turkiye-nukleer-silah-uretir-mi-uretirse-sonuclar-ne-olur>.

Sovacool, Benjamin K., ve Scott Victor Valentine. 2012. *The National Politics of Nuclear Power: Economics, Security, and Governance*. İngiltere: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203115268>.

Srivastava, Babita, ve Quin P. Callahan. 2016. “Energy Security: Today and Tomorrow”. *Humanities & Social Sciences Reviews* 4 (3): 59-67. <https://doi.org/10.18510/hssr.2016.421>.

“Statistical Review of World Energy”. 2023. Londra: Energy Institute.

Sung, Chang Sup, ve Sa Kyun Hong. 1999. “Development Process of Nuclear Power Industry in a Developing Country: Korean Experience and Implications”. *Technovation* 19 (5): 305-316. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(98\)00124-2](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(98)00124-2).

Taylor, J’Tia P., ve Tilbrook Roger. 2011. “Light-Water-Moderated Fission Reactor Technology”. İçinde *Nuclear Energy Encyclopedia: Science, Technology, and Applications*, editör Steven B. Krivit ve Thomas B. Kingery, 167-173. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.

Temuçin, Kadir, ve Alpaslan Aliagaoglu. 2003. “Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği”. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 1 (2): 25-39.

Tepecik, Filiz. 2019. “Dışa Bağımlı Gelişme Dönemi (1961-1980)”. İçinde *Türkiye Cumhuriyeti İktisat Tarihi*, editör Kemal Yakut, 183-216. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi Yayını.

Tezer, Özlem. 2019. “Güney Kore’nin Ekonomik Elitleri ve Siyasal Sistem İçerisindeki Konumları”. *Fiscaeconomia* 3 (3): 80-97. <https://doi.org/10.25295/fsecon.2019.03.006>.

“Trend in Electricity Supplied”. 2023. IAEA: PRIS. Erişim 23 Haziran 2023. <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/WorldTrendinElectricalProduction.aspx>.

TRT Haber. 2023. “BAE’deki Nükleer Enerji Santralinin Üçüncü Reaktörü, Ticari Faaliyete Geçti”, Erişim 24 Şubat 2023. <https://www.trthaber.com/haber/dunya/baedeki-nukleer-enerji-santralinin-ucuncu-reaktoru-ticari-faaliyete-gecti-748764.html>.

“TRT Haber Yeni Keşfedilen Gabar Petrol Sahasında”. 2023. TRT HABER. Erişim 3 Mayıs 2023. <https://www.trthaber.com/haber/gundem/trt-haber-yeni-kesfedilen-gabar-petrol-sahasinda-764419.html>.

“TÜİK”. 2023a. Ulusal Hesaplar. Erişim 3 Mayıs 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulusal-hesaplar-113&dil=1>.

“TÜİK”. 2023b. Dış Ticaret. Erişim 4 Mayıs 2023. <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=dis-ticaret-104&dil=1>.

“TÜİK”. 2023c. İstihdam, İşsizlik ve Ücret. Erişim 4 Mayıs 2023.
<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=ulusal-hesaplar-113&dil=1>.

“Türk Mühendisler ‘Reaktör İşletim Uzmanı’ Sertifikalarını Aldı”. 2022. AKKUYU. Erişim 26 Mayıs 2023. <http://www.akkuyu.com/turk-muhendisler-reaktor-isletim-uzmani-sertifika-larini-aldi/update>.

Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Türkiye Cumhuriyeti'nde Akkuyu Sahası'nda Bir Nükleer Güç Santralinin Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma, 2010, C. 27721.

“Türkiye Data Explorer”. t.y. International Energy Agency. Erişim 4 Mayıs 2023.
<https://www.iea.org/countries/turkiye>.

“Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri”. 2022. Türkiye Elektrik İletim A.Ş. Erişim 7 Mayıs 2023. <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>.

“Türkiye Kömür Üretim-Tüketimi İstatistikleri”. t.y. Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu. Erişim 4 Mayıs 2023. <https://www.tki.gov.tr/istatistikler>.

“Türkiye’nin Uluslararası Enerji Stratejisi”. t.y. T.C. Dışişleri Bakanlığı. Erişim 13 Mayıs 2023.
https://www.mfa.gov.tr/turkiye_nin-enerji-stratejisi.tr.mfa.

Udum, Şebnem. 2010. "Understanding The Nuclear Energy Debate in Turkey: Internal and External Contexts". Doktora, Ankara: Bilkent Üniversitesi.

[illegible]

Uşarer, Sedef. 2014. "Energy Policy in Turkey; A Critical Assessment of Nuclear Alternative". Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ülgen, Sinan, Hasan Saygın, Gürkan Kumbaroğlu, İzak Atıyas, Aaron Stein, ve Deniz Sanin. 2012. “Nükleer Enerjiye Geçişte Türkiye Modeli - II”. Editör Sinan Ülgen. Çeviren Can Selçuki. *Ekonomi ve Dış Politika Araştırmalar Merkezi*.

Workman, Daniel. 2023. "South Korea's Top 10 Exports". Worlds Top Exports. Erişim 13 Haziran 2023. <https://www.worldstopexports.com/south-koreas-top-10-exports/>.

Yang, Joon-Mo, Tae-Wan Kim, ve Hyun-Ok Han. 2006. "Understanding the Economic Development of Korea from a Co-Evolutionary Perspective". *Journal of Asian Economics* 17 (4): 601-621. <https://doi.org/10.1016/j.asieco.2006.05.003>.

Yang, Maeng-Ho, ve Xu Yi-chong. 2011. “Nuclear Energy Development in Asia: Problems and Prospects”. İçinde *Nuclear Energy Development in South Korea*, 141-162. Great Britain: Palgrave Macmillan.

“Yıllar İtibariyle Ham Petrol ve Doğalgaz Üretimi”. 2023. MAPEG. Erişim 15 Haziran 2023. <https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.mapeg.gov.tr%2FUploads%2FPetrolistatistik%2F2022%2F2022-Y%25C4%25B1llar%2520%25C4%25B0tibariyle%2520Ham%2520Petrol%2520ve%2520Do%25C4%259Fal%2520Gaz%2520%25C3%259Cretimi.xls&wdOrigin=BROWSELINK>.

Yoo, Seung-Hoon, ve Kun-Oh Jung. 2005. “Nuclear Energy Consumption and Economic Growth in Korea”. *Progress in Nuclear Energy* 46 (2): 101-109. <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2005.01.001>.

Yoon, So-Yeon. 2023. “Korea’s 2022 Trade Deficit Marks Record High of \$47.2 Billion”. *Korea JoongAng Daily*, Erişim 1 Haziran 2023. <https://koreajoongangdaily.joins.com/2023/01/01/business/economy/Korea-export-import/20230101162557717.html>.

Yoon, Youngmin. 2022. “Measuring Energy Security of Energy-Exporting Countries: Focus on Russia”. *Asia-Pacific Social Science Review* 22 (4).