



**T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI İLİŞKİLER BİLİM DALI**

**TÜRKİYE ENERJİ GÜVENLİĞİ BAĞLAMINDA AKKUYU NÜKLEER GÜÇ
SANTRALİ'NİN KAZANIMLARI VE RİSKLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AŞKIN YILDIZ

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi İshak TURAN

**YALOVA
OCAK 2025**



T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

ULUSLARARASI İLİŞKİLER ANABİLİM DALI
ULUSLARARASI İLİŞKİLER BİLİM DALI

TÜRKİYE ENERJİ GÜVENLİĞİ BAĞLAMINDA AKKUYU NÜKLEER GÜÇ
SANTRALİ'NİN KAZANIMLARI VE RİSKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

AŞKIN YILDIZ
228131039

DANIŞMAN: Dr. Öğr. Üyesi İshak TURAN

YALOVA
OCAK 2025

ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım “TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÜVENLİĞİ BAĞLAMINDA AKKUYU NÜKLEER GÜÇ SANTRALİ’NİN KAZANIMLARI VE RİSKLERİ” başlıklı bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

İmza

Aşkın YILDIZ

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden yardımlarını esirgemeyen, akademik anlamda bana her zaman destek olan ve doğru yolu gösteren sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi İshak TURAN'a teşekkür ederim. Her zaman yanımda oldukları ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemedikleri için aileme teşekkür ederim.

Bu tez çalışması desteklenmesine olanak sağlayan Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimine (Proje No: 2024/YL/0001) teşekkür ederim.

Ocak – 2025

Aşkın YILDIZ





İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN	i
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	v
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ	vii
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xvi
GİRİŞ	1
LİTERATÜR TARAMASI	3
TEZİN ÖZGÜNLÜĞÜ ve AMACI	11
TEZİN METODU	13
1. ENERJİ GÜVENLİĞİNDE YENİ STRATEJİLER: KAVRAMSAL ÇERÇEVE	15
1.1. Enerjinin Tanımı ve Çeşitleri	15
1.2. Enerji ve Güvenlik İlişkisi	16
1.3. Uluslararası İlişkilerde Enerji Güvenliği	17
1.4. Uluslararası İlişkiler Teorilerinde Enerji Güvenliği	22
1.4.1. Neoliberalizm Açısından Enerji Güvenliği	25
1.4.1.1. Karşılıklı Bağımlılık	26
2. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE ENERJİ GÖRÜNÜMÜ	31
2.1. Dünyada Enerji Görünümü	31
2.2. Türkiye Enerji Görünümü	40
3. NÜKLEER ENERJİ	53
3.1. Nükleer Enerji ve Nükleer Santrallerin Çalışma Prensipleri	53
3.2. Dünyada Nükleer Güç Santralleri	62
3.3. Ülkelerin Nükleer Enerjiyi Tercih Etmelerinin ve Vazgeçmelerinin Nedenleri	64
3.4. Akkuyu Nükleer Güç Santrali	66
3.4.1. Akkuyu Projesi Yapım Süreci	66
3.4.2. Akkuyu Nükleer Santralindeki Yenilikler	69
3.4.3. Akkuyu NGS Üretilen Elektriğin Türkiye Şebekesine Bağlantısı	70
3.4.4. Akuyu NGS Reaktör Üniteleri	72
3.4.5. Elektrik Üretim Maliyet ve Gelir Analizi	74
3.5.6. Akkuyu NGS’nin Türkiye Enerji Güvenliğine Katkısı	76

4. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÜVENLİĞİNDE RUSYA’NIN YERİ	79
4.1. Türkiye’nin Enerji Bağımlılığı	79
4.1.1. Türkiye’nin Petrol Bağımlılığı	82
4.1.2. Türkiye Doğal Gaz Bağımlılığı	84
4.1.3. Türkiye Kömür Bağımlılığı	87
4.1.4. Enerji Bağımlılığında Rusya’nın Yeri	89
4.2. Türkiye’nin İlk Nükleer Güç Santrali	90
4.2.1. Akkuyu NGS Sözleşmesi	91
4.2.2. Sözleşmede Riskli Hususlar	92
4.3. Nükleer Enerji ile Rusya’ya Bağımlılığın Artması	95
5. SONUÇ	99
KAYNAKLAR	104
ÖZGEÇMİŞ	118
EK-1 AKKUYU ANLAŞMASI	120

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

SİMGELER

Cent	: Bir ABD dolarının yüzde biri
EJ	: Enerji birimi (Exajoule) (10^{18} Joule)
Ev	: Enerji birimi (elektron volt)
Gigaton	: Kütle birimi (10^9 ton)
GW	: Güç birimi (gigawatt) 10^9 watt
GWh	: Enerji birimi (gigawatt saat)
GWh	: Enerji birimi (gigawatt saat)
J	: Enerji birimi (joule)
kV	: Voltaj ölçü birimi (kilovolt) 10^3 volt
kWh	: Enerji birimi (kilowatt saat)
MPa	: Basınç birimi (megapascal)
MTEP	: Enerji birimi (milyon ton eşdeğer petrol)
MW	: Güç birimi (megawatt) 10^6 watt
MWh	: Enerji birimi (megawatt saat)
SWU	: Ayrıştırıcı iş birimi (uranyum)
TEP	: Enerji birimi (ton eşdeğer petrol)
TWh	: Enerji birimi (gigawatt saat)

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
BM	: Birleşmiş Milletler
BOO	: Build Own Operate
BOP	: Balance of plant (santral dengesi)
BWR	: Kaynar Su Reaktörü
ÇED	: Çevresel Etki Değerlendirme
ÇSİB	: Çevre Şehircilik ve İklim Bakanlığı
DEİK	: Dış Ekonomik İlişkiler Kurulu
EPDK	: Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
EPİAŞ	: Enerji Piyasaları İşletme A.Ş
ESA	: Elektrik Satın Alma Anlaşması
ETKB	: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
IAEA	: Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu

IEA	: Uluslararası Enerji Ajansı
IGA	: Inter Governmental Agreement
IMF	: Uluslararası Para Fonu
LNG	: Sıvılaştırılmış Doğal Gaz
MAPEV	: Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü
NATO	: Kuzey Atlantik Antlaşması Örgütü
NDK	: Nükleer Düzenleme Kurumu
NGS	: Nükleer Güç Santrali
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü
OPEC	: Petrol İhraç Eden Ülkeler Örgütü
PWR	: Basıncılı Su Reaktörü
ROSATOM	: Rusya Devlet Nükleer Şirketi
SWOT	: Strengths Weaknesses Opportunities Threats
TEİAŞ	: Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
TENMAK	: Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu
TESAB	: Türkiye Elektrik Sanayi Birliği
TETAŞ	: Türkiye Elektrik ve Taahhüt A.Ş
TKİ	: Türkiye Taş Kömürü İşletmeleri
TMI	: Three Mile Island
TMMOB	: Türk Mühendis ve Mimmar Odaları Birliği
TPOA	: Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı
TTK	: Türkiye Taş Kömürü Kurumu
Uİ	: Uluslararası İlişkiler
VVER	: Vodo Vodyanoy Energetičeskiy Reaktor (water-water energetic reactor)
WB	: Dünya Bankası
WNA	: Dünya Nükleer Derneği
WTO	: Dünya Ticaret Örgütü



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 2.1. Enerji Kaynaklarının Dünya Enerji Arzındaki Tahmini	31
Tablo 2.2. Dünyada Kaynaklara Göre Enerji Üretimi	32
Tablo 2.3. Dünya ve Türkiye’de Toplam Yenilenebilir Enerji Kapasitesi	34
Tablo 2.4. Dünya Kaynaklara Göre Elektrik Enerjisi Üretimi	37
Tablo 2.5. Dünya Doğal Gaz Ticareti	40
Tablo 2.6. Türkiye Ham Petrol ve Doğal Gaz Üretimi	41
Tablo 2.7. Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi	43
Tablo 2.8. Elektrik Kurulu Gücü ve Üretim Miktarı	44
Tablo 2.9. 1972-2022 Kurulu Güç-Brüt Üretim-Kişi Başı Net Tüketim Değerleri	45
Tablo 2.10. Ülkelerin Üretim ve Tüketim Karşılaştırılması	47
Tablo 3.1. Yakıtların Kalorifik Değerleri	54
Tablo 3.2. Elektrik Üreten Nükleer Reaktör Çeşitleri	57
Tablo 3.3. Dünyada Yapım Aşamasında Olan Reaktörler	62
Tablo 3.4. Akkuyu NGS ve Referans Tesis Karşılaştırması	69
Tablo 3.5. Akkuyu NGS Maliyet Fayda Analizi	76
Tablo 4.1. Türkiye’nin Petrol İthal Ettiği Ülkeler	82
Tablo 4.2. Rusya’dan Doğal Gaz ithalatı ve Yüzdesi	86



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Dünya Enerji Kaynaklarının Tarihsel Paylarının Değişimi (1965-2035)	32
Şekil 2.2. Dünya Enerji Kaynaklarına Göre Nihai Tüketim	33
Şekil 2.3. Küresel Nükleer Enerji Üretimi (TWh)	35
Şekil 2.4. Dünyada Tarihsel Olarak Devreye Alınan Nükleer Reaktörler	35
Şekil 2.5. Ülkelere Göre Ham Petrol Rezervi	37
Şekil 2.6. Bölgelere Göre Petrol Üretimi	38
Şekil 2.7. Bölgelere Göre Petrol Talep Değişimi	39
Şekil 2.8. Bölgelere Göre Doğal Gaz Üretimi	39
Şekil 2.9. Türkiye’de Toplam Enerji Kaynaklarının 1990-2022 Arasında Değişimi	41
Şekil 2.10. Türkiye Birincil Enerji Arzı Kaynak Dağılımı (2000-2022)	42
Şekil 2.11. Türkiye’nin Elektrik Üretimi İçin Kömür İthalatı	43
Şekil 2.12. Kurulu Gücün Yıllar İçinde Değişimi	47
Şekil 2.13. Kişi Başı Enerji Tüketimi (kWh) (1976-2022)	48
Şekil 2.14. Enerji Yoğunluğu Değişimi (2000-2021)	49
Şekil 2.15. Türkiye Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi	49
Şekil 2.16. Türkiye Enerji Kaynakları Gelecek Senaryosu	50
Şekil 2.17. Türkiye’nin 1990-2021 Yılları Arasında Toplam Sera Gazı Salınımı	50
Şekil 3.1. Nükleer Fisyon Süreci	54
Şekil 3.2. Uranyum Zenginleştirme Yüzdeleri	55
Şekil 3.3. Uranyum Döngüsü	56
Şekil 3.4. Reaktör Yakıt Yapısı ve Yakıt Peleti	56
Şekil 3.5. Nükleer Santral Çalışma Sistemi	58
Şekil 3.6. Basınçlı Su Reaktörü	59
Şekil 3.7. Kaynar Su Reaktörü	60
Şekil 3.8. AES-2006 (VVER-1200) Reaktörü	61
Şekil 3.9. Dünyada Ülkelere Göre İşletmede Olan Nükleer Reaktör Sayısı	62
Şekil 3.10. Dünya Nükleer Santral Kurulu Gücünün Tarihsel Gelişimi	63
Şekil 3.11. Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı	63
Şekil 3.12. Akkuyu NGS Haritadaki Yeri	67
Şekil 3.13. Akkuyu İnşaat Sahası	67
Şekil 3.14. Akkuyu NGS Sahası Sınırları	68
Şekil 3.15. Akkuyu NGS’nin Enerji İletim Hattı Bağlantı Şeması	71
Şekil 3.16. Akkuyu NGS Şebeke Bağlantı Şeması	72
Şekil 3.17. Akkuyu Reaktör Genel Yerleşim Planı	73

Şekil 3.18. Novovoronej-2-1 Santralinin İşletme Verileri	74
Şekil 4.1. Türkiye Enerji Talebinin Dışa Bağımlılık Oranı	79
Şekil 4.2. Türkiye Toplam Enerji Arz, Üretim, İthalat ve İhracatı (MTEP)	80
Şekil 4.3. Türkiye Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı	80
Şekil 4.4. Türkiye Enerji İthalatının Kaynaklara Göre Dağılımı (MTEP)	81
Şekil 4.5. Türkiye Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı	81
Şekil 4.6. Türkiye Ülkelere Göre Petrol İthalatı	83
Şekil 4.7. Türkiye Petrol Üretim ve İthalatı (bin v/g)	83
Şekil 4.8. Türkiye Petrol Üretimi	84
Şekil 4.9. Türkiye Doğal Gaz Üretimi	85
Şekil 4.10. Türkiye Kömür İthalatının Yıllara Göre Değişimi	87
Şekil 4.11. Türkiye Kömür İthalatında Ülke Payları	88
Şekil 4.12. Türkiye Linyit Üretimleri	88
Şekil 4.13. Türkiye-Rusya Dış Ticareti	89
Şekil 4.14. Rusya'dan Fosil Yakıt İthalat Yüzdeleri	90
Şekil 4.15. Yıllar İçinde Brüt Elektrik Tüketim Tahmini (GWh)	98

TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÜVENLİĞİ BAĞLAMINDA AKKUYU NÜKLEER SANTRALİ’NİN KAZANIMLARI VE RİSKLERİ

ÖZET

Türkiye gelişen ekonomisi, artan nüfusu ve şehirleşme oranına paralel olarak enerji tüketimini hızla artırmaktadır. Bu doğrultuda enerji bağımlılığı artan Türkiye, ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılığını azaltmak için enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesine ve ülke içinde üretilmesi politikası izlemektedir. Bu politika doğrultusunda öne çıkan enerji yatırımlarından birisi de Türkiye’nin ilk nükleer güç santralinin hayata geçirilmesidir. Türkiye’nin Mersin ili sınırları içinde yer alan Akkuyu’da toplamda dört reaktörden oluşan ve 4800 MW gücüne sahip olacak Mersin-Akkuyu NGS’nin ilk reaktörünün 2025’te faaliyete geçmesi hedeflenmektedir. Rusya devlet nükleer enerji kuruluşu Rosatom iş birliği ile yapılan Akkuyu NGS, Rusya ile petrol, doğal gaz ve kömür enerji ithalinden sonra yapılan en büyük enerji iş birliğidir. Bu da enerji alanında Rusya’ya yönelik enerji bağımlılığının daha da artabileceği eleştirilerini beraberinde getirmektedir. Bu çalışmada, Akkuyu NGS’nin enerji güvenliği açısından neden kurulmak istendiği ortaya konulmaktadır. Ayrıca nükleer güç santralinin çevre güvenliği açısından riskler taşıyıp taşımadığı, sosyo-ekonomik açıdan hangi avantajlar sağlayabileceği de bu çalışmada detaylı olarak ele alınmaktadır. Bu çalışmada, disiplinler arası bir yaklaşım benimsenerek Akkuyu NGS’nin bir taraftan mühendislik açısından nasıl hayata geçirildiği ve bu sektörde nasıl yenilikler içerdiği ortaya konarken; diğer taraftan da Uluslararası İlişkiler disiplini içinde nükleer enerjinin Türkiye’nin enerji güvenliğine ne ölçüde katkı sunacağı açıklanacaktır. Bu doğrultuda kavramsal çerçevede enerji güvenliği kavramı Neorealist, Neoliberal ve Yeşil Teori perspektifleriyle ele alınmıştır. Ayrıca enerji alanında uzmanlarla görüşme yöntemi kullanılarak çalışmaya derinlik kazandırılmıştır. Bu çalışmanın amacı, Rusya iş birliği ile yapılan Akkuyu NGS’nin Türkiye enerji güvenliğine ne ölçüde katkı verebileceğini ortaya koyarken Rusya’ya yönelik enerji bağımlılığını artırmasının Türkiye enerji güvenliği açısından ek bir risk getirip getirmeyeceği ortaya konacaktır. Çalışmada, Akkuyu NGS’nin uzun dönemde temiz ve daha yüksek kapasitede makul fiyatlarda elektrik üretimi sağlayacağı, mühendislik tekniği açısından ülkemizde nükleer sektörde yetişmiş insan gücünü ve inşaat ekipmanları yapımını geliştireceği sonucuna varılırken, enerji güvenliği ve karşılıklı bağımlılık açısından Rusya’ya yönelik enerji bağımlılığı daha da artıracığından siyasi riskler taşıdığı da tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji Güvenliği, Nükleer Enerji, Karşılıklı Bağımlılık, Akkuyu NGS



THE GAINS AND RISKS OF AKKUYU NUCLEAR POWER PLANT IN THE CONTEXT OF TÜRKİYE'S ENERGY SECURITY

ABSTRACT

Türkiye is rapidly increasing its energy consumption in parallel with its developing economy, growing population and urbanization rate. Accordingly, Türkiye, whose energy dependence is increasing, is pursuing a policy of diversification of energy resources and domestic production in order to reduce its dependence on imported energy resources. One of the most prominent energy investments in line with this policy is the realization of Türkiye's first nuclear power plant. The first reactor of the Mersin-Akkuyu NPP, which will consist of four reactors with a total capacity of 4800 MW, is expected to become operational in 2025. The Akkuyu NPP, built in cooperation with the Russian state nuclear energy corporation Rosatom, is the largest energy cooperation with Russia after oil, coal and natural gas energy imports. This has led to criticism that Türkiye's energy dependence on Russia could increase. This study examines the energy security rationale for the construction of the Akkuyu NPP. In addition, this study discusses in detail whether the nuclear power plant poses risks in terms of environmental safety and what benefits it can provide in terms of socio-economic aspects. This study adopts an interdisciplinary approach to show how the Akkuyu NPP is realized from an engineering perspective and what innovations it brings to the sector, while explaining how nuclear energy will contribute to Türkiye's energy security within the discipline of International Relations. To this end, the conceptual framework of energy security is analyzed from the perspectives of neorealism, neoliberalism, and green theory. In addition, interviews with experts in the field of energy were used to add depth to the study. The aim of this study is to determine the extent to which the Akkuyu NPP, built in cooperation with Russia, can contribute to Türkiye's energy security and whether increasing energy dependence on Russia will pose an additional risk to Türkiye's energy security. While the study concludes that the Akkuyu NPP will provide clean and higher capacity electricity generation at reasonable prices in the long run, and will develop trained manpower and construction equipment in the nuclear sector in our country in terms of engineering technology, it also finds that it carries political risks in terms of energy security and interdependence, as it will further increase energy dependence on Russia.

Keywords: Energy Security, Nuclear Energy, Interdependence, Akkuyu NPP



GİRİŞ

Enerji, insanlar için her çağda temel ihtiyaçlarından biri olmuştur. Teknolojinin ilerlemesi ile endüstri çağı sonrası bilişim çağında da kullanım çeşitliliği ve büyüklüğü her geçen yıl artmaktadır. İnsanlar, toplumlar ve devletler artan ekonomik büyümeleri için doğada bulunan enerjilerle birlikte bunları dönüştürerek kullanmaya çalışmaktadırlar. Dönemler içinde bir enerji kaynağı önemli olmakta, ardından ihtiyaçlara göre enerji dönüşümü ile diğer kaynaklar önemli hale gelmektedir. Özellikle 1970’lerdeki petrol krizi nedeniyle Uluslararası İlişkilerde enerji güvenliği kavramı önem kazanmış ve devletler yeni enerji dönüşümleri gerçekleştirmeyi hızlandırmışlardır. Fosil yakıtların yanında yenilenebilir enerji ve nükleer enerji hızla devreye alınmaya çalışılmıştır. Artan sanayileşme ve enerji kaynaklarının çeşitliliği; enerji kaynağına sahip olma, enerjiye ulaşabilme, ekonomik olma ve çevreye duyarlı olma gibi kavramları Uluslararası İlişkiler disiplinde enerji güvenliği ile gündeme getirmiştir. Bu bağlamda Türkiye yüksek fosil yakıtlara ve ithalata bağımlılığı nedeniyle artan nüfusu, büyüyen ekonomisi için enerji güvenliğini sağlamak için kaynaklarını çeşitlendirme stratejisi izlemektedir. Ülkemiz yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının geliştirilmesi, enerji verimliliği, enerji depolama sistemleri ve elektrifikasyon yanında sürdürülebilirlik için 2053 karbon nötr hedefi enerji politikaları izlemektedir. Bu doğrultuda enerji karışımına nükleer enerjiyi de ilave etmek ve enerji ithalatını düşürmek istemektedir. Nükleer enerji santralleri uranyum elementinin parçalanması sonucu ortaya çıkan büyük enerjinin, elektrik enerjisine çevrilmesini sağlayan yüksek kullanma kapasiteli, yanma olmadığından düşük karbonlu ancak nükleer atık ve radyasyon riskinin yönetilmesi gereken tesislerdir. Türkiye 1950’li yıllardan beri hedefinde olan nükleer enerji için 2010 yılında Akkuyu Nükleer Güç Santralini (NGS) hükümetler arası anlaşma ile Rusya ile hayata geçirmeye karar vermiştir. Bu çalışmada Akkuyu NGS’nin enerji güvenliğini sağlamada ne kadar katkısı olacaktır ve Rusya’ya olan enerji bağımlılığını ne ölçüde etkileyecektir sorusunun cevabını araştırmak amaçlanmıştır. Literatürde çoğunlukla Rusya’dan doğal gaz, petrol, kömür ithalatı bağımlılığının yanında nükleer enerji santrali ilavesi nedeniyle bağımlılığının artacağı açıklaması yapılmaktadır. Çalışmanın amacı literatürde eksik olan fosil yakıtlarda Rusya’ya ne kadar bağımlı olduğumuz ve Akkuyu NGS’nin elektrik üretiminin ve sözleşmesinin bu bağımlılığı ne ölçüde etkileyeceği analiz edilmiştir. Literatür araştırmasında Akkuyu NGS’nin önemli faydaları olacağı, eleştiriler ve uyarılar, nükleer enerji santrallerinin diğer enerji santrallerine göre üstün yanları, riskleri, ekonomik getirileri, çevresel kaygıları ve nükleer silah amacıyla kullanma durumu verilmiştir. Çalışmanın önemi Akkuyu nükleer

santralin ekonomik ve teknik olarak getirileri olmasına karşın enerji güvenliği ve bağımlılık açısından risklerinin ne ölçüde olduğu araştırılması için Uluslararası İlişkiler ve elektrik-enerji mühendisliği disiplinleri ile birlikte incelenmiş olmasıdır. Tezin metodu olarak literatür araştırması, ulusal ve uluslararası saygın kuruluşlardan enerji raporları analizi, uzmanlar ile görüşme gerçekleşmiştir. Akkuyu NGS sahasına gözlem yapmak için başvuru maalesef gizlilik gerekçesiyle olumlu sonuçlanmamıştır. Alanında uzman kişilerle yarı yapılandırılmış sorular üzerinden görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Birinci bölüm olan kavramsal çerçevede enerji, güvenlik ve enerji güvenliği tanımları detaylandırılarak Uluslararası İlişkiler hâkim teorilerinden Neorealizm, Neoliberalizm ve Karşılıklı Bağımlılık, Yeşil Teori yaklaşımlarının enerji güvenliğine bakışı ve nükleer enerjinin bu teorilerde nasıl yer aldığı değerlendirilmiştir. İkinci bölümde dünyanın ve ülkemizin enerji görünümü ulusal ve uluslararası saygın kuruluşların raporlarından veri olarak alınıp tarihsel, sayısal, tablo ve şekiller ile analiz edilmiştir. Üçüncü bölümde nükleer enerji ve santrallerin özellikleri, çeşitleri, bileşenleri, dünyadaki durumu, ülkelerin kullanma veya vazgeçme nedenleri hakkında bilgi verilmiştir. Akkuyu projesinin yapım süreci, nükleer santralde yenilikler, ulusal elektrik şebekesine bağlantısı, elektrik üretimi, fayda-maliyet analizi ve Türkiye'nin enerji güvenliğine katkısı incelenmiştir. Dördüncü bölümde Türkiye'nin enerji ithalatının görünümü, hangi ülkelere ve özellikle Rusya'dan ithalatının ne boyutta olduğu, Akkuyu NGS sözleşmesinde sıkıntılı hususların analizi, nükleer santral projesinin bu bilgiler ile Türkiye'nin Rusya'ya bağımlılığını veya iki ülkenin karşılıklı bağımlılığını ne ölçüde etkilediği ortaya konmaya çalışılmıştır. Sonuç kısmında çalışmanın amacı olan Akkuyu NGS'nin Türkiye enerji güvenliği bağlamında incelenmesi sonucunda varılan bulgular açıklanmıştır.

LİTERATÜR TARAMASI

Türkiye'nin 1977-2008 yılları arasında dört farklı zaman ve koşulda nükleer güç santrali gerçekleştirme teşebbüsünü sonuca ulaştırma başarısızlığında başlıca nedenler siyasi irade eksikliği, finansman modelinde anlaşmazlık ve anayasal sorunlar olduğunu söylenebilir. Bu doğrultuda ihale usulünden vazgeçilerek 2010 yılında hükümetler arası anlaşma ile Akkuyu NGS (Nükleer Güç Santrali) Türkiye'nin tek kalemde en büyük projesi olmuştur (Yamaç, 2021). Mersin Akkuyu, Türkiye ve Rusya arasındaki sözleşme (IGA-Intergovernmental Agreement) kapsamında 4 adet 1200 MW güçte reaktörleri içeren yap-sahip-ol-işlet (BOO-Build-Own-Operate) modeli ile dünyadaki diğer projelerden ayrılmaktadır.

Türkiye'nin enerji güvenliği ve Akkuyu NGS bağlamında yapılan detaylı literatür analizi doğrultusunda, konu üzerinde çok farklı yönlerin ele alındığı anlaşılmaktadır. İlk olarak, Türkiye Mersin ilinde inşa edilen Akkuyu nükleer güç santralının ülkemize önemli faydaları olacağını ifade eden çalışmalar bulunmaktadır. Ağbulut (2019), Akkuyu NGS ile elektrik fiyatı düşecek, bu da sanayi ve üretime olumlu yansiyacak görüşündedir. Ayrıca ülkemizdeki önemli toryum rezervleri sayesinde nükleer yakıt olarak kullanılması durumunda enerji bağımlılığı azaltacağını ileri sürmüştür. Bahçe ve Gümüş (2016) ülkelerin ekonomik, mali ve siyasi olarak güçlü olma hedefiyle nükleer enerjiye sahip olmayı istediklerini yazmışlardır. Türkiye nükleer enerji üretiminden sağlayacağı gelir ile cari açığını azaltabilir ve vergilendirme ile mali gelir elde edecektir görüşündedirler. Altunyakar (2014) nükleer enerjinin Türkiye açısından elektrik satın alma fiyatı açısından ekonomik olduğunu ifade etmiştir. Aydın (2020) nükleer enerji işletme süresinin uzun ve sürekli olmasıyla enerji maliyetinin istikrarlı olacağını bu nedenle yatırımcılar için uzun dönemli yatırım yapmak için avantajlı olacağını yazmıştır. Uzun (2016) nükleer enerjinin Türkiye açısından SWOT analizini yapmıştır. Güçlü yönlerini temiz, verimli, sürekli enerji, uzun işletme süresi olarak yazmıştır. Fırsatlar yüksek teknoloji, prestij, enerji kaynak çeşitliliğine katkı, yüksek kalite standartları, nitelikli iş gücü ve katma değerdir. Uzun (2016) Türkiye'nin nükleer enerjiye ihtiyaç nedenleri enerjide dışa bağımlılık, istikrarsız yakıt fiyatları, enerji üretim maliyetleri ve elektrik talebindeki artıştır. Nükleer enerji santrali gerçekleştiğinde beklenen sonuçlar enerjide çeşitlilik ve arz-talep güvenliği, yakıt ve fiyat istikrarı, yan sanayi gelişimidir. Tuğrul ve Şimşek (2016) APLUS bilgisayar kodunu kullanarak nükleer enerjinin Türkiye'nin enerji güvenliğine katkı analizini yapmışlardır. Kısa dönemde yüksek kapasite faktörü ve ani kesintilere karşı güvenli olması nedeniyle tesis edilmesi gerektiğini, ancak uzun dönem için ikinci, üçüncü santrallerin kurulması gerekliliğini ortaya koymuşlardır. Kavaz (2021) nükleer

enerji çalışmalarının fizik, tıp, ulaşım ve savunma gibi alanlara da olumlu etkisinin olduğu görüşündedir.

İkinci olarak, Akkuyu'da inşa edilecek ve işletilecek nükleer güç santrali projesi ile ilgili alan yazında eleştiriler ve uyarılar da bulunmaktadır. Aktepe ve Gökkaya (2023) Akkuyu NGS'nin Türkiye sınırları içinde başka devlete ait olan ve işletilen bir tesis olmasını eleştirmektedir. Devletin kontrolündeki elektrik üretimi fiyatının 7,5 cent/kw saat olduğunu ifade ederek 12,35 cent/kw saat elektrik satın alma fiyatının yüksek olduğunu vurgulamışlardır. Jewell ve Ateş (2015) Türkiye'nin Akkuyu NGS'yi milli enerji olarak adlandırmasını eleştirmiş ve tamamen yabancı şirkete ait yapım, sahiplik ve işletme kapsamını çelişkili bulmuştur. Ayrıca Türkiye'nin üçüncü nükleer santralini kendisi yapma hedefini Güney Kore'nin dokuzuncu, Japonya'nın altıncı santrali kendisi yapabilmesi nedeniyle imkânsız olarak değerlendirmişlerdir. Gural (2016) nükleer santral sahibi olmanın teknolojiye sahip olmak anlamına gelmediğini ifade etmiştir. Anlaşmada teknoloji transferinde karşılıklı mutabakat olacaktır ibaresini belirsiz bulmakta ve net olması gerektiğini vurgulamaktadır. Kaya (2016) Akkuyu NGS'ye yönelik yapılan en büyük eleştirilerden biri olarak 1976 yılında alınan nükleer santral kurulması lisansında turizm, nüfus yoğunluğu ve aktif fay hattı incelemesinin olmamasının lisansın geçerliliğine gölge düşürdüğü görüşündedir. Ayrıca santralin enerji tüketim merkezlerine olan uzaklığıyla nedeniyle enerji nakil hatlarındaki kayıpların yüksek olacağını ileri sürmüştür. Aydın (2020) her türlü önlem ve standart olsa bile dünyadaki örneklerle göre nükleer santral kazası ve öngörülemez atık riskleri olabileceği görüşünde olduğunu ifade etmiştir. Rusya ile yapılan projenin enerji bağımlılığı konusunda doğal gazdan nükleer enerjiye Rus şirketleri olan Gazprom'dan Rosatom'a dönüşüm olduğu eleştirileri bulunduğunu vurgulamaktadır. Telli (2016) Türkiye'nin nükleer enerjiye geçişi gerçekleştirmek ve santral yapımında finansal kısmı tamamen Rusya'ya yüklediği sözleşme yapısındaki en önemli dezavantajın enerjide bağımsızlık hedeflerken yabancı işletmeciyeye bağımlı hale geldiğini vurgulamaktadır. Enerjideki karşılıklı bağımlılık ilişkisinde Türkiye'nin etkilenme derecesi daha yüksek hale gelmektedir. Bağlı (2022) Akkuyu NGS'de üretilecek elektrik nedeniyle doğal gaz ithalatının azalacağı bildirilse de kaynak ülkenin aynı olması nedeniyle enerji güvenliği kapsamında kırılganlıklar olduğu görüşündedir. Bu sebeple Akkuyu projesinin enerjide arz çeşitliliğine katkı sağladığı ancak bağımlılığı artırdığı için enerji güvenliğini olumsuz etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Yılmaz ve Mehmetoğlu (2016) nükleer güç santrali anlaşması Türkiye-Rusya ekonomik ilişkilerini güçlendirecek ancak Rusya'nın santral sahipliği jeopolitik anlamda Türkiye'ye

siyasi risk getireceğini değerlendirmişlerdir. Güneş (2015) Akkuyu NGS Rusya'nın Türkiye'de ürettiği enerjiyi önceden belirlenen fiyatla sattığı bir santral işletmesi olduğunu, Rusya'nın Türkiye'den izin alarak Türkiye toprağında kendi finansal ve teknolojisi bir projeyi Akkuyu'da yapması anlamı taşıdığını değerlendirmiştir. Göral (2016) NGS yapımı ve nükleer yakıt tedarikinde Rusya'ya bağımlı olması enerji arzın güvenliğini riske soktuğunu düşünmektedir. Grigoriadis ve Gheorghe (2022) Türkiye'nin Rusya'ya asimetrik karşılıklı bağımlılığının artmasının Doğu Akdeniz açısından da riskler doğurabileceğini ifade etmişlerdir. Kaya (2016) Türkiye ile Rusya arasındaki elektrik satın alma anlaşmasına göre serbest piyasada satılacak olan elektriğin hangi fiyatla değerlendirileceği net olmadığını vurgulamaktadır. Sabit fiyat alım garantisi ile Türkiye bu fiyatın altında elektriği almayarak kendi elektrik piyasasındaki fiyatı yükseltecektir. Türkiye'nin nükleer düzenlemede olası eksikliği göz önüne alındığında bir kaza olması ihtimalinde riskleri Türkiye yaşayacaktır. Güler (2020) Türkiye açısından elektrik fiyatı yüksektir, onun yerine doğal gaz kullanılsaydı daha kazançlı olacağını, ayrıca 15 yıl boyunca ödenen para ile santralin maliyeti karşılanmalıdır görüşündedir.

Üçüncü olarak, yapılan literatür taramasında nükleer güç santrallerinin diğer elektrik üreten santrallere göre önemli avantajları olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Kaya ve Koç (2015) enerji santralleri ilk yatırım ve sabit işletme maliyetlerini karşılaştırmıştır. İlk yatırım maliyetinde nükleer santral, rüzgâr santralının ardından ikinci yüksek sırada, işletme maliyeti olarak biyokütle ve jeotermal enerjinin ardından üçüncü yüksek durumda olduğunu göstermişlerdir. Aktepe ve Gökkaya (2023) nükleer santrallerin %90 değeri gibi diğer santrallerden daha yüksek kapasite faktörüne sahip olduğunu ve sürekli elektrik üretebildiklerini yazmışlardır. Ayrıca yanma işlemi olmadığından karbon salınması olmadığını yazmışlardır. Çelik ve ark (2015) nükleer santrallerin diğer güneş, rüzgâr, kömür ve doğal gaz santralleri gibi elektrik üretiminde dış faktörlere bağlı olmadan sürekli enerji üretmesi sayesinde nükleer yakıt maliyetinin sabit kalmakta olduğunu yazmıştır. Terzioğlu (2020) bir nükleer santralin gecelik kurulum ve finansman dâhil yatırım maliyetlerini analiz etmiştir. Nükleer santrallerin fosil yakıtlı santrallerden ilk yatırım maliyetlerinde yüksek ama işletme-bakım maliyetlerinde daha düşük olduğunu göstermiştir. Nükleer yakıt döngüsü içinde nükleer yakıt maliyetinin 3'te 1 oranında olduğunu ve yakıt maliyeti iki katına çıksa bile enerji üretim maliyetinin %9 artışı gibi kömür ve doğal gaz santrallerinden düşük olduğunu ortaya koymuştur.

Dördüncü olarak, Nükleer santrallerin avantajları yanında riskleri ve olumsuz olabilecek tarafları da alan yazında yer bulmuştur. Terzioğlu (2020) nükleer santralde uzun inşaat süreci nedeniyle tamamlanamama durumu ve birkaç seçim dönemi içerdiğinden siyasi riskler içerdiğini yazmıştır. Nükleer alanda düzenleme, lisanslama, teknoloji, çevresel ve kaza riskleri bulunmaktadır. Aydın (2020) ise, nükleer enerjide santrallerinin sağlık, nesiller arası olumsuz etkiler, atıklar, sızıntılar, kaza riskleri getirdiğini vurgulamıştır. Uzun (2016) Türkiye açısından nükleer enerji SWOT analizde zayıf yönlerini yüksek ilk yatırım maliyeti, uzun inşaat süresi ve nükleer atık, nükleer kazalar ve nükleer güveniktir olarak açıklamıştır. Eral (2015) Akkuyu projesinde elektrik satın alma anlaşması olduğundan, şirketin gelirleri çoğaltmak amacının güvenlik ve emniyet riski getirebileceği uyarısında bulunmuştur.

Beşinci olarak, Akkuyu NGS'nin ekonomik ve mali anlamda getirilerini araştıran yazılar bulunmaktadır. Mühendislik, yapım, denetim, nükleer ile ilgili ana donanımların temini, yakıt tedariki, devreye alma, işletme-bakım, elektriğin toptan satışı, ileride hizmetten çıkarma, kimyasal-nükleer maddelerin güvenliğinin sağlanması, kullanılmış yakıt işlenmesi Rusya'nın sorumluluklarıdır. Türkiye'nin sorumlulukları saha tahsis, altyapı ve şebekeye bağlantıdır. Her iki ülkenin ortak sorumlulukları nükleer enerji yasal düzenlemeleri, yapım-montaj işleridir. Proje yapım ve devreye alma süresi 12 yıl, işletme süresi 60 yıl planlanmaktadır. 4 ünite için yıllık 35,2 milyar kWh üretim hedefli, proje yatırımı 20 milyar Amerikan dolarıdır (Rosatom, 2013). Murray ve Holbert (2021) nükleer santrallerde nükleer reaktörün ana parçalarının %50, jeneratörün %30 ve kalan sistemlerin %20 maliyete sahip olduklarını yazmışlardır. ABD'de yerleşim yerlerine sağlanan elektriğin birim fiyatının 12,4 cent/kwh olduğunu ve %55 üretim, %32 iletim ve dağıtım, %13 yönetim maliyetlerine sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Buradan elektrik üretim ve iletim maliyetinin yaklaşık 7 cent/kwh olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ülgen (2011) Akkuyu NGS 15 yıl süre ile 12.35 cent/kwh elektrik satış fiyatı uluslararası fiyatlara göre ekonomik olarak avantajlı olduğu görüşündedir. Üretimde kullanılmış uranyumun ve radyoaktif atığın yönetimi fiyatı 0,15 cent/kwh uluslararası fiyatlarla aynı çizgidedir. Yalnız kullanılmış yakıtın rotası, araçları ve güvenlik planı henüz net değildir. İleride santralin hizmetten çıkarma fiyatı 0,15 cent/kwh uluslararası fiyatlarla aynı çizgidedir. Terzioğlu (2020) Akkuyu nükleer santrali verilerini kullanarak matematiksel finansman modeli ile birim elektrik maliyeti 120-130 USD/MWh olarak hesaplamıştır. Kapasite faktörü, işletme ömrü ve daha düşük yakıt maliyeti ile nükleer santralin avantajlı olduğu sonucuna varmıştır.

Altıncı olarak, Nükleer santralin nükleer silah üretiminde kullanılacağına dair yorumlara karşın yapılan araştırmalar bulunmaktadır. Güney (2017) nükleer santralin nükleer silah olarak kullanılma şüphesine karşılık Türkiye'nin nükleer yakıtı ve atığını depolamamak istememesinin delil olduğunu ifade etmiştir. Ege'ye (2021) göre, bir nükleer enerji santralinde uranyum zincirleme reaksiyon kontrol altında iken bir atom bombasında bu kontrol yoktur. Ayrıca nükleer silahların patlatılması özel süreçler gerektirmektedir. Alkış'a (2023) göre, Türkiye nükleer silah için uranyum çıkarma, işleme, zenginleştirme donanımına sahip değildir. Ayrıca yap-sahip-ol-işlet sözleşmesinde bütün aktiviteler Rusya'ya aittir. IAEA gibi kurumlarda anlaşmalarda taahhütleri bulunmaktadır. Türkiye'nin nükleer silah elde etme amacı, kapasitesi ve programı bulunmamaktadır. Altınakar'a (2014) göre, nükleer enerjinin kullanılabilmesi için halk tarafından kabulünün sağlanması ve uluslararası işbirliğinin geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedir.

Yedinci olarak, nükleer enerjide güvenlik ve çevre kaygıları olduğundan riskli konular alan yazında yer bulmuştur. Seferinoğlu ve Karagülle'ye (2022) göre, nükleer güvenlik düzenlemeleri ülkelerin kendi sorumluluklarında olmasına karşın nükleer güvenlik tüm insanlar ve çevreyi korumalıdır. Nükleer santrallerin yer seçiminden, tasarım, inşa, montaj, işletmeye alma ve ileride işletmeden çıkarma olmak üzere tüm aşamalarda güvenlik düzenlemeleri kapsamında olmaları zorunludur. Nükleer güç santrali işletmecisi ve devletten bağımsız nükleer güvenliği sağlayan üçüncü kısım otorite gereklidir. NDK (Nükleer düzenleme Kurumu) denetleyici kurumdur. Nükleer güvenlik çevreyi nükleer santralden korumak iken nükleer emniyet santrali çevreden korumaktır. Özdemir (2020) kazaların olmamasına en çok nükleer enerjide çalışıldığını ifade etmiştir. En düşük kaza riskine sahip olmalarına rağmen radyasyon riski vardır. Nükleer santraller derinlemesine nükleer güvenlik felsefesi denen birden fazla ve katmanlı güvenlik sistemleriyle korunmaktadır. Sever (2018) nükleer güvenlik ve atık yönetiminin yasal ve bağımsız düzenleyici tarafından uygulanması yanında normlar ve değerlerin içselleştirildiği güvenlik kültüründe sosyal öğrenmenin de önemli olduğuna dikkat çekmiştir. Akyüz (2017) nükleer santralin potansiyel kaza ve doğal nedenler gibi riskleri olduğunu, sosyal kabulünün karar alma sürecine dâhil edilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Temoçin'e göre (2018) karar alma sürecinin demokratik olmayan yapısı, istişare ve iletişim eksikliği nükleer güce karşı muhalefeti artırmıştır.

Murray ve Holbert (2021) radyasyonun insan sağlığı üzerine etkisini yazmışlardır. Somatik etkiler geçici cilt kızarıklıkları, bulantı, saç dökülmesi, kanama, yaşam süresinin kısalması, kanser ve lösemiye kadar götürmektedir. Genetik etkiler nesiller üzerinde aktarım ve

mutasyonlar ile kendini gösterir. Teratojenik etkiler ise embriyo ve fetüs gelişimi ile ilgili olarak küçük kafa boyutu ve zekâ geriliğine sebep olur. Ağbulut (2019) radyasyon dozlarını bilgisayarlı tomografi, paket sigara, X-ray ve nükleer santralin çevresi gibi çeşitli durumlarda karşılaştırmış ve en düşük miktarın nükleer santral çevresinde olduğunu göstermiştir. Sovacool (2008) radyasyon salınımının nükleer santral çalışmasında değil ama inşaat, uranyum işleme, işletme ve santrali işletmeden çıkarma alanlarında ve malzemelerde olduğu görüşündedir. Murray ve Holbert (2021) önemli nükleer kazaların nedenlerini yazmıştır. Three mile island nükleer kazası (1979) tasarım, donanım ve operatör hatası birleşimi ile olmuştur, sınırlı miktarda radyasyon salınmıştır, alarma neden olmuştur. 1986 yılında Çernobil kazası türbinin kapasitesi ile ilgili deney yapılması sırasında operatör hatasıyla reaktör binası çatısı uçmuş ve büyük miktarda radyoaktif madde atmosfere yayılmış, felaket ortaya çıkmıştır. 2011 yılında Fukuşima kazasında oluşan deprem sonucu tsunami santralin güvenlik duvarlarını aşmış acil durum jeneratör ve elektrik tesisatını sular altında bırakmak suretiyle devreye girmesine engel olmuş, sınırlı nükleer sızıntı meydana gelmiştir.

Grigoriadis ve Gheorghe'e (2022) göre, nükleer enerji Türkiye'nin 2053 karbon nötr hedefinin en önemli bileşenidir. Ayrıca AB yeşil anlaşması (AB Green Deal) ve 55 uygunluk paketi (Fit for 55 package) gibi karbondan arındırma politikası Türkiye gibi ülkelere fırsatlar sağlayacaktır. Uzun (2016) nükleer enerjinin sera gazı etkisinin azaltılması ve küresel ısınmaya karşı kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Muellner ve ark. (2021) nükleer enerjinin sera gazı salınımlarının sadece %2-3 kadarını engellediği görüşündedirler.

Sekizinci olarak, Akkuyu'da inşa edilecek ve işletilecek santralin neden Rusya ile gerçekleştirildiğine yönelik literatür taraması yapılmıştır. Krzyżanowska'a göre (2023) Akkuyu NGS tesisine ait limanın Adana İncirlik Üssüne ve Ceyhan petrol boru hattı terminaline yakınlığı Rusya için avantajdır. Çünkü tesisin sahibi Rusya olacaktır. Akkuyu santralini başarısı Rusya için Batı tarafından sürdürülen ekonomi ve siyasi yaptırımlara karşı prestij sağlayacaktır. Nükleer santralin varlığı Türkiye'nin Rusya politikasını değiştirmesinde zorluk oluşturacaktır. Güler (2020) Rusya'nın Türkiye'de nükleer santrali kurmasının nedenlerini Türkiye'nin ortadoğudaki nüfuzunu kullanma ve bölgede ekonomik, politik gücünü artırmak, NATO'nun genişleme politikasına karşı önlem, BOO (build-own-operate) sözleşmesi ile Türkiye'nin bağımlılığının artması, Türkiye'nin AB ile yaşadığı sorunları kullanmak şeklinde ifade etmektedir. Thompson'a göre (2018) BOO modeli Rus şirkete uzun süreli geliri garanti altına alacak ve sözleşme yapısının başarısını kanıtlamış olacaktır.

Türkiye Rusya tarafı için önemli enerji iş birlikleri nedeniyle BOO modelini test etmiş olacaktır.





TEZİN ÖZGÜNLÜĞÜ ve AMACI

Yapılan literatür çalışmasında, genel bağlamda nükleer enerji santrallerinin kurulması yönünde uzmanların uzlaşısı sağlayamadığı ve çeşitli nedenlerle nükleer tesislere yönelik olumlu ve olumsuz görüşlerinin olduğu görülmektedir. Türkiye ve Rusya arasında hükümetler arası anlaşma ile dünyada ilk defa bir nükleer güç santralinde uygulanan BOO (yap-işlet-sahip ol) sözleşmesinin içeriği bu çalışmada detaylı olarak ele alınacaktır. Türkiye’de kurulan Akkuyu NGS’nin teknik, güvenlik, çevre ve sağlık konularında ne tür ek yenilikler, koruyucu önlemler sağladığı da çalışmada incelenecektir. Türkiye’nin Rusya ile gerçekleştirdiği bu proje petrol, kömür ve doğal gazda enerji bağımlılığına yeni bir değişken eklemektedir. Bu çalışmada bağımlılığın artma olasılığı ve getirebileceği risklere rağmen Akkuyu NGS’nin Rusya ile neden yapıldığı da açıklanmaya çalışılacaktır. Mali açıdan maliyet-fayda analizi yapılırken, neorealist açısından projenin bazı risklerine rağmen hangi ulusal çıkarlar gözetilerek karar verildiği incelenecektir. Teknik açıdan üretilen elektriğin senaryolara göre ülke toplam elektrik üretimine yüzdesel katkısı ve ülke enterkonnekte sistemine nasıl bağlanacağı açıklanmıştır. Bu çalışmada, ülkemizde ilk defa gerçekleştirilecek nükleer enerji santrali projesinde yapım ve işletme aşamalarını incelemek, sözleşme maddelerini yorumlamak ve üretilen elektriğin ülke ekonomisine katkısı, iktisadi ve ulusal çıkarlar açısından ortaya konulması başlıca amaçlardır. Akkuyu NGS’nin çevresel kaygılar bağlamındaki yönelik eleştirilere yönelik ne tür yeni ek tedbirlerle inşa edildiği de ortaya konacaktır. Akkuyu NGS’nin Mersin’de yapılmasının sebepleri, Türkiye’nin Akkuyu NGS’den elde edilecek elektrikten piyasa değerleri üzerinde kar mı zarar mı edeceği gibi diğer alt sorulara da cevap aranacaktır. Kısaca, Akkuyu NGS’nin Türkiye’nin genel enerji güvenliğine ne ölçüde katkı sunacağı, neden ve nasıl inşa edildiğine dair detaylı analizler yapılacaktır.

Yapılan literatür taramasının Türkiye özelinde ise, hali hazırda inşa edilen Akkuyu projesinin Rusya’ya karşı enerji bağımlılığını artırıp artırmayacağı doğrultusunda detaylı analizlere rastlanmamıştır. Ayrıca çalışmaların çoğunun teknik ya da ekonomik açıdan ayrı ayrı ele alındığı ve bütüncül bir yaklaşım ortaya koyamadıkları görülmüştür. Bu doğrultuda, bu çalışmanın temel araştırma sorusu, Rusya işbirliği ile geliştirilen Akkuyu NGS’nin Rusya’ya bağımlılığı artırmasının enerji güvenliği açısından bir risk teşkil edip etmeyeceği üzerine kurulmuştur.



TEZİN METODU

Bu çalışmada, nükleer enerjinin ülkemiz enerji güvenliğine etkisinin Uluslararası İlişkiler ve enerji disiplinleri ile birlikte araştırılması hedeflenmiştir. Yapılan literatür taraması ile nükleer enerjinin enerji güvenliğinde öne çıkan unsurları ve çevre güvenliği açısından riskleri ile nükleer enerjinin, ekonomik, siyasal, sosyo-ekonomik açıdan değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca Akkuyu NGS’de Rusya’nın rolü sorgulanmıştır. Belge ve veri analizinde birinci derece kaynaklar, makale, tez, kitap ve raporlardan faydalanılmıştır. Kavramsal çerçeve bağlamında Uluslararası İlişkiler disiplini içinde enerji güvenliği, nükleer enerjinin enerji güvenliğindeki yeri neorealizm, neoliberalizm, yeşil teori ve karşılıklı bağımlılık yaklaşımları ile farklı açılardan ele alınmıştır. Dünyada ve Türkiye’de 2023 sonu itibarıyla enerji görünümü, nükleer enerjinin payı gösterilecektir. Bu güncel verilerin sunulması için enerjide uluslararası saygınlığa sahip kurumların raporları çalışılmış ve karşılaştırmalı olarak analiz yapılmıştır. Çalışmanın niteliğinin artırılması maksadıyla çalışmada görüşme tekniğinden de faydalanılmıştır. Görüşmeler yüz yüze, bireysel ve uzman kişiyle yarı yapılandırılmış 6-8 adet arası sorular ile gerçekleştirilecektir. Önceden belirlenmiş sorular ile görüşmenin akışına göre ek sorular da sorulmuştur. Görüşme yöntemi veri toplama amacıyla esnek olması, veri kaynağının teyit edilmesi ve derinlemesine bilgi elde etmek için tercih edilmiştir (Kıncal, 2022, ss. 152-155). Görüşme öncesi uzmana araştırmanın anlamı ve içeriği hakkında objektif bilgi verilecektir. Sorular açık, odaklı, amaca uygun ve uzman kişinin verebileceği bilgilere göre oluşturulacaktır. Uzman kişilerin isimleri belirtilmeyecek Uzman A, Uzman B gibi tanımlamalar yapılacaktır.

Çalışmanın başında kullanılması belirlenen diğer bir yöntem ise gözlem yöntemi idi. Bu doğrultuda Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Koordinasyon Birimine tez projesi sunulmuş ve kabul edilmiştir. Gözlem kişi, olay, yer, nesneye ait bilgi toplamak amacıyla belirli hedefe ilişkin bakıştır ve veri ikincil kaynaklardan değil doğrudan elde edilir (Kıncal, 2022, s. 162). Etnografik yöntem ya da katılımcı gözlem ve saha çalışması birbirinin yerine kullanılabilir (Halperin ve Heath, 2012, s. 288). Tez çalışmasına derinlik katması için yapılması düşünülen bu saha çalışması, Akkuyu NGS’de gözlem yapılması yönündeki resmi taleplere yetkililerden olumlu dönüş yapılmadığı için gerçekleştirilememiştir. Akkuyu NGS sahasının özel güvenlik bölgesi olması nedeniyle resmi izin çıkmamıştır. Bu yöntem açığını kapatmak hedefiyle daha fazla görüşme yapılmış ve saha raporlarına odaklanılmıştır. Ancak bu raporlardan ÇED (Çevresel Etki Değerlendirme) raporu çok net ve ulaşılabilir durumda

değildir. Projenin hassasiyeti, gizliliği ve stratejik önemi nedeniyle ÇED raporu halka açık şekilde ilan edilmemiştir.



1. ENERJİ GÜVENLİĞİNDE YENİ STRATEJİLER: KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Enerjinin Tanımı ve Çeşitleri

Enerji insanların hayatının en önemli öğelerindendir. Madde enerjiye, enerji maddeye dönüşebilir. Doğal süreçler ve insan yapımı teknolojide enerji farklı şekillerde kullanılabilir, dönüştürülebilir, taşınabilir ve depolanabilir. Enerjinin tam olarak tanımını yapmak zordur. Bilinen durum tüm maddelerin hareketsiz enerji olduğu, enerjinin kendisini birçok şekilde gösterdiği ve bu farklı enerji formlarının çok sayıda dönüşümle bağlantılı olduğudur. Bunların çoğu evrensel, mevcut ve sürekli, bazıları ise yerel, az ve geçicidir (Smil, 2017, s. 3). Barajlarda suyun potansiyel enerjisi düşerek türbinde mekanik enerjiye sonra jeneratör ile elektrik enerjisine çevrilir. Bir pildeki kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüştürülür. Doğalgaz, petrol gibi fosil yakıtlar yanma sonucu buhar veya gaz türbini döndürülerek mekanik, elektrik veya ısı enerjisine dönüşür. Elektrik enerjisi motorları döndürerek mekanik enerjiye, lambalarımızda ışık enerjisine, ısıtıcılarda ısı enerjisine dönüşür. Ayrıca nükleer enerji zincirleme reaksiyonlarla ısı enerjisine sonra elektrik enerjisine dönüştürülür.

Termodinamik disiplininin birinci yasası olan enerjinin korunumuna göre enerji form değiştirebilir ancak toplam enerji miktarı sabit kalır iken ikinci yasasına göre ise enerjide nicelik yanında nitelik de dikkate alınmalıdır (Çengel ve Boles, 2008, s. 2). Bir maddedeki veya sistemdeki bütün enerji kullanılamaz. Doğada temel olarak kütle çekim, elektrostatik, elektromanyetik ve nükleer olarak kuvvetler iş yapabilme yeteneğine sahiptir (Murray ve Holbert, 2021, s. 3). Enerji mekanik, ısı, elektrik, nükleer, manyetik, potansiyel, kinetik ve kimyasal olarak sınıflandırılabilir (Demir, 2012, s. 3). Bir cismin konumuna göre potansiyel, hızına göre kinetik enerjisi bulunur. Kimyasal enerji atom ve moleküllerin arasındaki bağlardaki enerjiyi tanımlar. Nükleer enerji atomun çekirdeğindeki enerjidir. Bazı enerji ve güç birimleri olarak Joule (J), Watt (W), Kalori (Cal), Elektronvolt (eV), Tep (ton eşdeğer petrol) verilebilir (Akyalçın, 2020, s. 3). Enerji ihtiyacımız kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlar, uranyum gibi nükleer yakıtlar, güneş, rüzgâr, su, gelgit gibi yenilenebilir enerjiden karşılanır (Übelacker, 2005, ss. 4-7). Enerji kaynakları birincil, ikincil gibi çeşitlere ayrılabilir. Birincil enerji kaynakları yenilenebilir ve yenilenemez olarak ayrılır. Yenilenebilir enerji kaynakları kullanımları sonrası kısa zamanda kendini yenileyebilen ve tükenmeyen su, güneş, rüzgâr, jeotermal, gel-git, biyokütle gibi kaynaklardır. Yenilenemeyen ya da geleneksel enerji kaynakları yenilenme hızı tüketim hızından çok düşük olup tükenen kömür, petrol, doğalgaz ve nükleer gibi kaynaklardır (Akyalçın, 2020, s. 8). Birincil enerji

kaynaklarının işlenerek, dönüştürülerek katı-sıvı-gaz yakıt olmak üzere petrol ürünleri, elektrik ve ısı şeklinde kullanılabilir enerji haline getirilmesi ile ikincil enerji kaynakları elde edilmiş olur (Akyalçın, 2020, s. 8).

1.2. Enerji ve Güvenlik İlişkisi

İnsanlar gibi devletler için de güvenliğin temeli varlığını korumak ve sürdürmektir. TDK (Türk Dil Kurumu)' na göre güvenlik, toplumsal yasal düzenin aksamadan yürütülmesi, kişilerin korkusuzca yaşayabilmesi, emniyet içinde olma durumu olarak açıklanmaktadır. Güvenlik; varlığın, değerlerin ve çıkarların korunması, sürdürülebilmesi yönelik tehdit, risklerden uzak olma halidir. Güvenlik tehlike ve tehditlerden uzak kalma güvencesidir. Objektif durumda güvenlik; tehlikenin var olmadığı, subjektif olarak tehlikenin olmadığına inanma halidir, yani tehlike gerçek veya algı olabilir. Güvenlik hangi değerlere, hangi tehditlerden, hangi araçlarla ve ne maliyetle korunmalı cevabının da aranmasıdır (Sancak, 2013, s. 124). Ulusal anlamda güvenlik içeriği algılanan tehdit, tehdidi uzaklaştıracak güç, güç için eylem, çıkarlar ve politikalardan oluşur (Birdişli, 2011, ss. 149-169). Güvenlik uluslararası ilişkilerde görecelidir, tam veya hiç olmamasından ziyade az ya da çok anlamında değerlendirilir (Evans ve Newnham, 2007, s. 251) Uluslararası İlişkiler diplomasi, askeri politik ilişkiler yanında aktörler arası güven ilişkilerine bağlıdır. Güven hissinin güçlü olduğu durumlarda güvenlik, olmadığında ise güvensizlik oluşur (Gözen, 2021, s. 441). Bir tehdidin veya riskin olması birey ve devletin kendi yetenek ve kabiliyetleri doğrultusunda algılanmasına bağlıdır (Küçükşahin, 2006, ss. 7-40). Enerji güvenliği yaklaşımı enerji ve güvenlik olarak iki ayrı şekilde değerlendirilirse enerji yaklaşımı enerji kaynaklarının mevcudiyetini, erişilebilirliğini içerirken, güvenlik yaklaşımı üretim, iletim, dağıtım, pazarlama ve tüketim unsurlarının güvenliğidir (Sevim, 2012, ss. 4380-4386). Enerji kaynaklarının ülkeler arasında eşit olmayan şekilde dağılmış olması anarşi ortamında hayatta kalma refleksi ile enerjiyi güvenlikleştirir. Savaş, çatışma, terörizm, siber saldırılar ve kazalar ile üretim ve dağıtımı etkileyen nedenler enerji güvenliğini içermektedir (Turan ve Çelikoğlu, 2024, ss. 14-15). Enerji, günümüzde küreselleşme ile uluslararası ilişkilerde en önemli jeopolitik faktör haline gelmiştir. Enerji kaynaklarını işgal etmekten çok enerji kaynaklarını ve hatlarını korumak enerji jeopolitiği açısından önemlidir (Turan ve Çelikoğlu, 2024, ss. 14-15). Enerji kıtlığı nedeniyle çatışma ihtimali devletlerin varlıklarını tehdit edebilecek noktaya gelebilme potansiyeli taşımaktadır. Devletler ulusal güvenlik ve enerji güvenliği için enerji politikaları stratejileri takip etmektedirler (Korhan, 2010, ss. 47). Enerji kaynaklarına sahip olmak ulusal güvenliğin en önemli ögesi olarak kabul edilmektedir. Bir devlet enerji

güvenliğini sağladığında, vatandaşlarının refah içinde olmasını sağlayabilir (Dışkaya, 2016, ss. 8-11). Devletlerin enerji bağımlılıklarından kurtulması ekonomi, ticaret, güvenlik ve dış politikada elini güçlendirecektir. Örnek olarak, Karadeniz'deki Sakarya Gaz Sahası'ndan çıkarılan doğal gazın cari açığın azaltması ve dış politikada önemli faydalar sağlayabilecektir (Sağsen, 2020).

1.3. Uluslararası İlişkilerde Enerji Güvenliği

Ülkelerin, toplumların ve bireylerin temel ihtiyacı olan enerjinin kesintisiz sağlanması günümüzde şarttır. Ülkeler ekonomik ve sosyal gereksinimleri için ürettikleri hizmet, mal insan, sermaye ve toprak gibi enerjiye de ihtiyaç duymaktadır. Sanayileşme ve kalkınma için sürdürülebilir, güvenli ve kaliteli enerji gereklidir. Ekonomik güce paralel olarak siyasi etkinin artması enerji güvenliğinin ekonomik-politik olarak değerlendirilmesine neden olmaktadır. Ayrıca küreselleşme ile çok boyutlu hale gelen güvenlik konularından biri de enerji güvenliği olmuştur. Sırasıyla kömürün, petrolün ve sonra yenilenebilir enerjiye geçiş dönemlerinde ekonomik, siyasi değişiklikler yanında, insanların yaşamında dönüşümler olmuştur.

Enerji güvenliği kavramının Birinci Dünya Savaşı'nın öncesinde Churchill'in İngiliz donanmasında kömürün yerine petrolün kullanılması ve kaynak çeşitlendirmesine gidilmesi politikasından ortaya çıktığı kabul edilir (Yergin, 2006). Churchill, Almanya ile olası savaşta İngiliz donanmasının üstün gelebilmesi için petrol ile çalışan savaş gemilerinin sayısını artırmak için dönüşüm gerektiği görüşündeydi. 1912-1913 yıllarında gerçekleşen bu dönüşüm donanmanın kabiliyetini artırmış ancak Britanya'yı petrol ithalatına bağımlı hale getirmiştir. Bu duruma karşı 1914 yılında İran petrollerine erişim gerçekleştirilmiştir (Demiryol, 2023, s. 678). Enerjinin UI disiplini içerisinde bir güvenlik meselesi olarak yer alması 1973 Arap-İsrail Savaşı ile başlar. Çünkü petrol zengini Arap ülkelerinin İsrail'i destekleyen ülkelere yönelik uygulamaya başladığı petrol ambargosu ve buna paralel olarak artan petrol fiyatlarının etkisi ilk defa bu derece somut şekilde görülmüştür (Altunyuva, 2021, s. 22). 1973 Petrol Krizi temelinde ekonomik mesele olmasına rağmen uluslararası ilişkilerin gündemini oluşturan bir konu haline gelmiştir. Bir doğal kaynak, güvenlik sorunu haline gelerek yüksek politika konusu haline dönüşebilmiştir (Korhan, 2010, s. 22). Enerji güvenliği sorunu özellikle batılı devletleri etkilemiş; üretim kaybı, ekonomik daralma, enerji fiyatlarında artış olmuştur (Karabulut, 2026, s. 36). Bu tarih dönüm noktası olmuştur. Petrol milliyetçiliği başlamış, petrolün üretim ve tüketimi için politikalar değişmiştir. Ayrıca alternatif enerji

kaynakları gündeme gelmiş, nükleer enerjinin de yaygınlaşması başlamıştır. 1973'te petrol krizinde görüldüğü üzere OPEC gibi devlet dışı aktörlerin devletler gibi önemli olabileceği görülmüştür ve enerji kaynakları gibi askeri olmayan gücün önemi ortaya çıkmıştır (Gülmez, 2022, ss. 70-74). 1980-1988 İran-Irak Savaşı esnasında İran Körfezi'nde tanker savaşları petrol sevkiyatında aksamalara sebep olmuştur (Sevim, 2012, s. 4399). Dünyanın en önemli petrol rezervlerine sahip Basra Körfezi'nden sevkiyatın savaş nedeniyle kesintiye uğraması ihtiyacı olan ülkeleri ve satan ülkeleri zor durumda bırakmıştır.

IEA, petrol kaynaklarının güvenliğini sağlamak için petrol krizine yanıt vermek için 1974 yılında kurulmuştur. Enerji güvenliği, sadece enerjiye kesintisiz erişim sağlamak değil, aynı zamanda uygun fiyatlı enerji tedarikini güvence altına almak anlamına da gelmektedir (IEA, 2022). IEA'nın kapsamı zaman içinde genişleyerek güvenli, ulaşılabilir, sürdürülebilir enerji kaynaklarına erişimde üye ülkelere politika ve çözüm sağlamaktadır (Demiryol, 2023, s. 683). Enerji güvenliği kavramı tüketiciler için arz güvenliği, üreticiler için talep güvenliğini içerir. Uzun dönemde enerji güvenliği ekonomik büyüme ve çevresel konuları içerirken kısa dönemde arz ve talebin ani değişimlerine hızlı tepki verilmesidir (Kavaz, 2022, s. 99). Enerji güvenliği kavramı çok yönlüdür ve coğrafyasına, jeolojik özelliklerine, uluslararası ilişkilerdeki konumuna bağlı olarak farklı ülkeler için farklı anlamlara gelmektedir (Luft ve Korin, 2009, s. 5). Mustafa Kemal Atatürk petrolün sadece milli ekonomi değil aynı zamanda milli savunma anlamına geldiğini ifade ederek enerjinin güvenlik bağlantısının önemini vurgulamıştır (Sağsen, 2020). Enerji güvenliği, enerji ihtiyaçlarının karşılanmasının yanında ekonomik amaçlar, dış açığı azaltma ve dış politikada manevra sahasını genişletme ile ilgilidir (Sağsen ve Turan, 2021, s. 444).

Enerji güvenliği genel olarak alan yazında Availability, Accessibility, Affordability ve Acceptability olmak üzere 4A kavramı ile açıklanmaktadır. Burada *Availability* (mevcudiyet) enerji kaynağının var olup olmamasıdır (Sovacool ve Brown, 2010, s. 81). *Accessibility* (erişilebilirlik) keşfedilmiş enerji kaynaklarının kullanılabilir hale getirilmesidir (Hatipoğlu, 2009, s. 3). *Affordability* (ekonomiklik) enerjide makul fiyat olmak üzere elektrik, doğal gaz ve petrol fiyatlarının göstergesidir (Sovacool ve Brown, 2010, s. 82). *Acceptability* (sosyal kabul edilebilirlik) enerji kaynaklarının kullanılması durumlarında insanların ve çevrenin etkilenebilme riskidir (Hatipoğlu, 2009, s. 5). Nükleer enerjinin 4A yaklaşımına göre ne anlama geldiğini açıklamak mümkündür. Mevcudiyet yani enerji kaynağı olarak uranyum veya toryum rezervleri önemlidir. Türkiye toryum rezervleri açısından uygun durumdadır. Erişilebilirlik açısından uranyum ve toryum çıkarma ve zenginleştirme faaliyetlerini

gerçekleştirmek önemlidir. Ekonomiklik açısından her ne kadar ilk yatırım maliyetleri yüksek ise de nükleer enerji santrallerinin kapasite faktörü ve işletme süresi uzunluğu makul fiyat sunabilmektedir. Sosyal kabul edilebilirlik konusunda nükleer santrallerin sera gazı salınımları düşük olmasına rağmen kamuoyunda radyasyon ve nükleer atık konusunda endişeler bulunmaktadır.

Enerji güvenliği açısından yukarıda bahsedilen 4A ana başlıklarının önemi bulunmaktadır. Mevcudiyet ülkelerin birincil kaynak olarak fosil ya da yenilenebilir enerji kaynaklarına sahip olup olmamasıdır. Fosil kaynaklara sahip ülkeler açısından rezervler önemli iken bunlara sahip olmayan ülkeler için yenilenebilir enerjinin potansiyeli önemlidir. Bunların oranları mevcudiyeti etkilemektedir. Erişilebilir mevcut kaynakların çıkarılıp taşınması, iletilmesi, dönüştürülerek kullanılmasıdır. Ayrıca bu aşamalarda savaş, terör, hırsızlık, siber saldırılar gibi faktörler erişilebilirliği etkileyebilmektedir. Ekonomiklik olarak bu kaynakların arz ve talep için piyasa koşullarında tüketici, üretici açısından karşılanabilir olmasıdır. Fiyatların ani yükselmesi, düşmesi ithalatçı ve ihracatçı ülkeler için ekonomik güvenlik dolayısıyla ulusal güvenlik anlamına gelmektedir. Sosyal kabul edilebilirlik olarak enerji kaynakların çıkarılması, iletilmesi, dağıtılması, son kullanıcı tarafından kullanılmasına kadar insan ve çevrenin sürdürülebilirlik ilkelerine göre faaliyetlerinin yapılmasıdır. Sera gazları salınımı ve küresel ısınma insanlar için endişe kaynağıdır.

Enerji güvenliğinin ulusal bağımsızlık, ticaret, sürdürülebilirlik ve yönetim gibi boyutları da bulunmaktadır (Altunyuva, 2021, s. 43). Bütün aktörler için enerji güvenliği ilkeleri kaynak çeşitlendirmesi, güncel bilgi, tedarikçi-tüketici iş birliği, altyapı, tedarik zinciri istikrarı, iyi işleyen pazar, enerji verimliliği, yatırım, teknolojik gelişme olarak tanımlanmaktadır (Yergin, 2007, ss. 1-10). Enerji güvenliğinde güncel konular karbon nötr olma, enerji verimliliği, teknolojik ilerleme, yenilenebilir enerji, elektrikli ulaşım, pazarda liberalleşme, akıllı enerji olarak vurgulanmaktadır (Markovska, 2016, s. 2). Enerji güvenliği bir ülkenin enerji talebini güvenilir bir şekilde karşılama, şoklara dayanma ve arzda minimum kesintiyle hızla toparlanma kapasitesini ölçer (World Energy Council, 2024).

Enerji güvenliği küresel pazarlar, finansal piyasalar, farklı ülke politikaları, jeopolitik durum, enerji kaynakları ile değerlendirilmesi gerektiğinden karmaşık ve disiplinler arası konudur (Strojny ve diğ., 2023, s. 2). Bu nedenle endeks ve göstergelerle enerji güvenliği sayısal hale getirilerek ülkelerin ve bölgelerin enerji güvenliği tehditlerinin analizi yapılır. Ayrıca enerji güvenliğine katkı veren çeşitli faktörleri ölçmeye faydası olur (Strojny ve diğ., 2023). Birçok

endeks kullanılabilir. Önemlileri enerji kaynaklarına göre üretim, tüketim, ithalat, ihracat değerlerine göre skor vermektir.

Politika kelimesi siyaset ile eş anlamlıdır ve yol, yöntem olmak üzere enerji politikası enerji ile ilgili yöntem, anlayış olarak açıklanabilir. Bu anlamda enerji politikası kaynaktan kullanıma kadar olan süreçlerde planlama, düzenleme, uygulama ile ilgili yöntem ve kararlar olarak değerlendirilebilir. Enerji politikasının amaçları enerji güvenliği ve enerji sürdürülebilirliğini sağlamaktır. Enerji stratejisi ise enerji politikalarına ulaşmak için gerekli adımları atarak uzun dönemli yön vermek olarak açıklanabilir (Midilli, 2020, s. 776). Enerji politikaları enerji yönetimi, stratejileri, enerji güvenliği ve enerji sürdürülebilirliği temel çerçevesinden oluşur iken ana hedef enerji sürdürülebilirliğidir. Bunu sağlamak için de enerji güvenliği gereklidir. Enerji güvenliği de enerji politika ve stratejilerinin uygun zaman, konumda uygulanması ile olmaktadır (Midilli, 2022, s. 782).

Enerji güvenliği ithalatçı ülkeler için arz güvenliği, kaynak ve ülke çeşitlendirmesi, kesintisiz enerji, fiyat ve enerji verimliliği anlamında iken; ihracatçı ülkeler açısından enerji akışının sürekliliği, yeni enerji yatırımlarının yapılabilmesi, kritik enerji alt yapılarının korunmasıdır. Enerjide transit ülkelere göre ise, enerji geçiş yollarındaki riskler, teknik sorunlar, terör, hırsızlık ve siyasi sorunlar, enerji merkezi olma politikaları demektir (Pala, 2019, s. 53). Türkiye enerji bağımlı bir ülke olmasına rağmen jeo-stratejik konuma sahiptir, Asya-Avrupa arasında, enerji transit koridoru ve merkezi işlevi görebilmektedir.

Günümüzde enerji kaynaklarının artan çeşitliliği, güç sahibi olmak isteyen devlet sayısındaki artış, artan enerji firmalarının etkisi, enerji güvenliğini etkileyen faktörlerin nicelik ve niteliklerinin farklılaşmasını getirmiştir (Kardaş ve Balcı, 2022, ss. 617-627). Enerji güvenliği bireylerin enerji ihtiyaçlarının ve devletin ekonomik çıkarlarının korunması şeklinde açıklanabilir (Çıtak ve Pala, 2016, s. 86). Enerji güvenliği kavramını stratejik stokların korunması ve yeterli olmayan enerji kaynakları ihtiyacı için kesintisiz dış kaynak sağlama yeteneğidir (Furuncu ve Akbaş, 2019, s. 1729).

Enerjide trilemma kavramı enerji güvenliği, enerji eşitliği, sürdürülebilir çevre boyutlarından oluşur ve bu üç hedefin aynı anda ulaşma zorluğunu ifade eder (World Energy Council, 2024). Türkiye'nin enerjide bu hedeflere ulaşabilmesi için enerji kaynakları çeşitlendirmesi, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının yaygınlaştırılması, karbon salınımının azaltmak, yerli kaynakların payının ve enerji verimliliğinin iyileştirilmesi gereklidir (Türkmen, 2020, ss. 299-309).

Enerji diplomasisi bir aktörün, enerji kaynakları ile piyasa arasında çıkarları için hedef ve eylemleridir. Enerji diplomasisinin daha uzun dönemli ve karmaşık hedeflerinin olması, aktörler arasındaki çıkar farklılığı, enerjinin senaryolar ile değerlendirilmesi geleneksel diplomasiden farklarını oluşturur (Alodalı ve Usta, 2017, s. 165). Enerji diplomasisi, enerji güvenliğinin sağlanması için uluslararası ilişkilerdeki sorunların görüşmeler ile yürütülmesini ifade etmektedir. Enerji hem politika hem de çok taraflı bir diplomatik araçtır (Üzer, 2023, s. 122). Enerji güvenliği konularını içeren somut konular ile dış politikayı içeren politikalar uyumlu olmalıdır. Enerji Bakanlığı ve Dışişleri Bakanlığı gibi gerçek aktörler vasıtasıyla Türkiye'nin çıkarları için enerji güvenliği sağlanmaya çalışılmaktadır (Bilgin, 2017, ss. 67-82). Enerji politikası, dış politika, ekonomi ve ulusal güvenlik ile yakından bağlantılıdır (Pala, 2023, ss. 423-426). Enerjide üretici, tüketici ve transit ülkelerin farklı rollerinin olması enerji güvenliği ve enerji politikaları arasındaki etkileşimi artırmaktadır. Tedarikçiler ile tüketiciler arasında uzun vadeli sözleşmeler ile siyasi ve ekonomik bağlayıcılıklar oluşmaktadır. Türkiye gibi bir ülke için, dikkatli dış politika enerji güvenliğini artırabilirken, yanlış yönetilen bir siyasi anlaşmazlık, arzın kesintiye uğramasını tehdiye dönüştürebilir (Yılmaz ve Mehmetoğlu, 2016, ss. 105-128). Enerji politikaları kısa vadede arz-talep esnekliğini sağlamak, uzun vadede planlama çalışmalarından oluşur (Alodalı ve diğ., 2020, s. 3).

Enerji ve ekonomi arasındaki değişkenlerden enerji yoğunluğunun düşük olması verimliliği, kişi başı elektrik tüketimi artışı ekonomik büyümenin göstergesidir (Sovacool ve Brown, 2010, s. 85). Enerji fiyatlarındaki dalgalanmalar birçok ülke ekonomisine enflasyon, işsizlik ve küçülme gibi çeşitli ekonomik sıkıntılar getirebilmektedir (Şöhret, 2015, s. 62). Enerji güvenliği, ekonomik güvenlik yanında diğer güvenlik alanlarında da gerekebilmektedir (Karabulut, 2016, ss. 31-54). Endüstriyel gelişme ile enerji talebi ve tüketimi artırmakta, talebin artması da endüstriyel gelişme hızının yanında ekonomik büyümeyi artırmaktadır (Topal, 1990, s. 2). Devletler enerjide kendi kendine yeterlilik hedeflemelerine karşın aktörlerin davranışlarını öngörme zorluğu ve hızlı ekonomik gelişme ile doğal kaynakların korunmasını zorlaştıran çevre güvenliği durumu zorlaştırmaktadır (Dışkaya, 2016, ss. 61-62). Bir ülkenin enerji güvenliği stratejisi için düşük maliyet, arz güvenliği ve azaltılmış karbondioksit salınımları hedeflerini uygulayabilmek için teknolojik yenilik, ekonomik güç ve ülke içi istikrar gereklidir (Karabulut, 2022, s. 181). Avrupa'nın petrol ve doğal gaz ihtiyacı, Çin artan enerji talebi, Rusya'nın kaynak milliyetçiliği, iklim değişikliği enerji güvenliği önemini artırmaktadır (Gülmez, 2022, ss.56-60).

Türkiye'nin enerji güvenliğine tehditler; iç kaynakları tam kapasitede kullanamaması, bölgesel enerji politikalarını etkileyebilecek yeterli altyapı eksikliği, enerji pazarında önemli rolü olabilecek büyük enerji şirketlerinin olmaması gösterilebilir (Anlar, 2017, ss. 62-80). Türkiye fosil yakıtlardan zengin değildir, ithalata bağımlıdır ancak bu kaynaklara sahip ülkelere yakınlığı avantaj ve riskler getirebilmektedir. Doğal gaz ve petrol taşınmasında transit ülke konumu bulunmaktadır. Doğu Akdeniz'de keşfedilen hidrokarbon kaynakları fırsat ve krizlere neden olabilecektir (Pala, 2019, ss. 100-101). Türkiye ithalata bağımlı olması nedeniyle kendine özgü yapısı ile enerji güvenliğini sağlamak için kesintisiz, temiz ve yerli kaynakların yaygınlaştırılmasıyla maliyetlerin ve salınımların düşürülmesini hedeflemektedir (Bayraktar, 2022, ss. 408). Türkiye enerjide dışa bağımlı ve transit ülke olması nedeniyle kaynak mevcudiyetine, dolayısıyla enerji politikası enerjiyi çeşitlendirmeye dayanmaktadır (Pala, 2023, ss. 423-426).

1.4. Uluslararası İlişkiler Teorilerinde Enerji Güvenliği

Teorilerin anlaşılması zor olayların basitleştirerek ifade edilmesine faydası olmaktadır. Ayrıca bir durumu açıklarken tek bir teorinin doğru olması yaklaşımı uygun değildir (Kökyay, 2020, s.2506). Uluslararası İlişkilerde enerji güvenliği meselesi hidrokarbon kaynak merkezlerinden ekonomik ve güvenilir tedarikini öncelemektedir. Yenilenebilir enerji, akıllı şebekeler, merkezi olmayan dağıtılmış enerji sistemleri, enerji depolama sistemleri, çevre-iklim değişiklikleri nedeniyle bu teoriler güncellenmelidir (Sovacool, 2015). Enerji güvenliği hem teknik hem de jeopolitik konu olduğundan tek bir teori ile açıklanamamaktadır. Çalışmada uluslararası ilişkilerde hâkim teorilerden Neoliberalizm, Neorealizm ve Yeşil teori açısından enerji güvenliği açıklanmaktadır. Ayrıca nükleer enerjinin bu teoriler bağlamında değerlendirmesi yapılmaktadır.

Neorealizme göre devletin bekası, ulusal çıkarlar, güç önemlidir, hayatta kalma durumu vardır (Kardaş ve Balcı, 2022, ss. 119-144). Neorealist kuramda devletler uluslararası sistemde işlev olarak eşittir ancak güç paylaşımı açısından farklıdır (Kökyay, 2020, s. 2523). Neorealizmde güç amaç değil araçtır, gerektiğinde kullanılmalıdır (Balcı, 2021, ss. 77-113). Uluslararası sistemin anarşik yapısı devlet davranışlarını şekillendirir. Anarşiden gelen belirsizlik güç artırmaya ve güvenlik ikilemine neden olacaktır (Gülmez, 2022, ss. 56-60). Uluslararası ilişkilerde Neorealist anlayışta, halkın fikrine daha az değer verme, uluslararası hukuk normlarına ve kurumlara negatif bakış açısı görülmektedir (Dışkaya, 2017, s. 133). Neorealizmde güç kavramı diğer devletlerin davranışını değiştirebilme yeteneğinden daha fazla

uluslararası sistemin yapısına vurgu yapar. Devletlerin kapasiteleri sistem içinde eşit dağılmamıştır ve sistemin temel yapısını oluşturur (Şöhret, 2015, s.59). Neorealistlere göre, devletler boru hatlarını veya enerji nakil hatlarını silah olarak kullanabileceklerini ve çatışma ortamı olabileceğini düşünmektedirler. Örnek olarak Rusya'nın Avrupa'ya gazı Ukrayna üzerinden kesmesi gösterilebilir (Şahin, 2019, s. 47). Enerji güvenliğini sağlamak için Neorealistler ulusal çıkarların enerji politikasını üzerinde etkili olmasını, çok taraflı anlaşmalar yerine iki taraflı anlaşmaları, kaynaklarda devlet kontrolü, kaynak milliyetçiliği, kendi enerji teknolojilerini ve hizmetlerini sağlamayı hedeflerler (Proskuryakova, 2018, s. 205). Kaynak milliyetçiliği kaynağa sahip devletin enerjide daha fazla söz sahibi olması ve enerji politikalarını devletçi hedefle uygulamasıdır. Rusya, İran, Venezuela gibi ülkeler enerji kaynaklarını dış politika hedeflerini gerçekleştirmek amacıyla kullanmaktadırlar (Gülmez, 2022, ss. 56-60). Neorealist yaklaşımda enerji meselesi de güvenlik bağlamında ele alınır. Örneğin, enerji bağımlılığını azaltmak veya çeşitlendirmek için bazı devletler yüksek yatırım maliyeti ve çevresel riskler içermesine rağmen nükleer enerji projelerine girebilmektedirler (Kaya, 2016, s. 7). Enerji, ona sahip olan devletler için güç nedeni, olmayanlar için bağımlılık kaynağı olarak görülmektedir. Bu doğrultuda enerji politikası ekonomi yanında güvenlik sorunu olarak kabul edilmekte ve devletler enerjiyi milli bir beka sorunu olarak görmektedirler. (Dışkaya, 2016, ss. 63-68). Neorealistler, enerji güvenliğinin iş birliği ile tesis edileceğine inanmamakta ve enerji güvenliği açısından piyasaya müdahale edilebileceğini düşünürler (Turan, 2020, s. 28). ABD'nin Venezuela ve İran üzerindeki ambargoları ve Çin'in Kuşak Yol projesi desteği, Rusya'nın Gazprom'u desteklemesi ülke dışı neorealist etkiye örneklerdir. Fransa'nın nükleer enerjiyi desteklemesi, ulusal enerji şirketlerini millileştirmesi ve Türkiye'nin devletler arası anlaşma ile Akkuyu NGS yatırımı ülke içi neorealist etkiye örnek olarak verilebilir. (Pala, 2019, ss. 51, 68, 78, 80, 82, 96). Neorealist nükleer enerji yaklaşımında, devletlerin zenginleştirilmiş uranyum kaynaklarını ve teknolojik bilgi birikimini kullanarak uzun vadeli bağımlılıklar yaratma ve müşteri devletlerde siyasi nüfuz elde etme yollarını nasıl kullanabileceklerine bulunmaktadır (Siddi ve Silvan, 2024).

Çevresel konularda 1972 yılında bir akademisyen grubunun (Roma Kulübü) Büyümenin Sınırları adlı çalışması büyük yankı uyandırmıştır. Sınırsız ekonomik büyüme ve nüfus artışı sınırlı kaynaklarla devam edemez, kaynaklar tükeneciktir görüşü vurgulanmıştır. 1980'lerde yeşil enerji, yeşil teknoloji ile hem ekolojik bozulma durdurulabilir hem de yeni yatırımlar için olanak sağlanacağı görüşünden hareketle sürdürülebilir kalkınma söylemleri başlamıştır (Gülmez ve Dikmen, 2023, s. 23). Sürdürülebilir kalkınma teknolojiyi akıllıca kullanarak

doğayı tahrip etmeden kullanmaktır (Dikmen ve Buhari, 2022, s. 260). Çevresel bozulma nedeniyle iklim değişikliği, küresel ısınma, biyo çeşitliliğin azalması, kıtlık, kuraklık, sel, ormanların yok edilmesi, çevre kirliliği, iklim nedeniyle göçler gibi somut sorunlar küresel hale gelmiştir. Fosil yakıtların talebi karbondioksit artışı, küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Sürdürülebilir büyüme ve ekonomik kalkınmanın en önemli unsuru enerjinin sürdürülebilir arzı ve uygun fiyatlarla mevcudiyetidir (Turan ve Çelikoğlu, 2024, ss. 16-17).

Yeşil teorinin amacı çevre sorunları sınır-aşan sorunlar olduğundan küresel sorun haline getirmektir. Yeşil teori sorunların kaynağını devlet olarak görmekte, çözüm için gücün devletten topluma, gruplara, bireylere dönüşümünü savunmaktadırlar. Birçok yeşilciye göre ulus-aşırı çevresel sorunlarda devletlerden başka şirketler, yerel otoriteler, firmalar, kurumlar, toplumsal gruplar ve kişiler de sorumludur (Gözen, 2021, ss. 529-551). Realizm çevresel sorunları ulusal güvenliği ve çıkarları etkilemedikçe önemsiz konular olarak görür, sürdürülebilirlik yerine varlığın devam ettirilmesi ile ilgilenir (Gözen, 2021, ss. 529-551). Yeşil teori ve sürdürülebilirlik açısından Neoliberal görüşte yenilenebilir enerjinin ve enerji verimli teknolojilerin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması daha çok ekonomik çıkarlar gereği değerlendirilir. Antroposen insan yapımı değişiklikleri ifade etmekte, önlem alınmadığı takdirde insan için barınamayacak koşullar ortaya çıkabilecektir. Büyüme yerine durağan ve yavaş ekonomik kalkınma ekolojik felaketi önlemeye yardımcı olabilir (Arı, 2021, ss. 511-522). İklim değişikliği devletlerin dış politikalarını değiştirmiştir. Ancak yenilenebilir enerji iklim değişikliğini azaltmaktan fazla uluslararası rekabette bir araç haline gelmekte bu da yeni güvenlik kaygısı anlamına gelmektedir (Sağsen, 2022, ss. 47-48). Sürdürülebilir enerji güvenliğini sağlamak yenilenebilir enerji kaynaklarını yaygınlaştırmak ve enerji verimliliği, tasarrufu yöntemlerini içerir (Pala, 2024, ss. 600-603). Fosil yakıtlara alternatif olarak enerji verimliliği önem taşımakta, en ucuz yenilenebilir enerji olarak tanımlanmaktadır (Çağman ve ark.,2023, s. 26). Enerji depolama sistemleri yenilenebilir enerji kaynaklarının ürettiği enerjinin depolanabilmesi için avantajı ile sera gazı salınımını azaltmayı sağlamaktadır (Yıldız, 2022, s. 1). Sürdürülebilirlik ve çevre ile ilgili toplantıların veya zirvelerin büyük enerji şirketlerinin özellikle fosil yakıt şirketlerinin, ülkelerin liderlik ve ev sahipliği yapması çelişkilidir. Neoliberal anlayışın yükselişi ve uluslararası sistemin görece anarşik yapısı çevresel sorunların çözümü konusunda umutlu olmayı azaltmaktadır. Yeşil Uİ teorisyenleri piyasa temelli iklim politikalarını eleştirmektedirler. Kyoto Protokolü ve Paris İklim

anlaşmasında salınım ve karbon nötr programlarına kuşku ile bakmaktadırlar. Salınımı kaynağında azaltacak yeşil yatırımlardan kaçınma ve erteleme imkânı vermektedir.

1.4.1. Neoliberalizm Açısından Enerji Güvenliği

Neoliberalizmde bireyin önceliği, refahı vardır ve keyfi olarak kullanılan gücün olumsuz olacağı düşünüldüğünden devletin gücünde sınırlamalar beklenmektedir. Neoliberal devletin görevi bireyin can ve malını korumak için güvenliği sağlamaktır. Devletin rolü hukuk sistemini kurmak, milli savunmayı sağlamak ve para basmak gibi görevleri yürütmektir. Birey zenginleşirse toplum, dolayısıyla ülke zenginleşir. Devlet ve piyasa ilişkisinde piyasa daha önemlidir, serbest olması beklenir. Neoliberal perspektifte uluslararası ilişkilerde iş birliği mümkündür, karşılıklı bağımlılık oluşabilir, devletlerarası ortak çıkar ve bütünleşme oluşabilir. Uluslararası norm ve kurallara çıkarlar gereği uyulur. Ticaret karşılıklı bağımlılığı güçlendirirken düzen, hukuk, istikrar ve barışa katkı sağlar (Kardaş ve Balci, 2022, ss. 147-162). Neoliberalizme göre çatışma uluslararası sistemin anarşik yapısından değil yanlış algılamalar sonucudur, dolayısıyla düşünce ve algılar değişirse iş birliği olabilecektir (Sandıklı ve Emeklier, 2011, s. 13). Neoliberal yaklaşımda OPEC, IMF, WB (Dünya Bankası), WTO (Dünya Ticaret Örgütü) gibi uluslararası örgütler enerji meselelerinde önemli rol oynarlar (Pala, 2019, ss. 82-95). Neoliberal teoriye göre ihracatçı ve ithalatçı ülkeler arasında uyumlu işbirliği sağlanarak enerji güvenliği dış politikadan uzak tutulmalıdır (Coşkun ve Erdal, 2022, ss. 23-25). Neoliberal kurumsallaşma ve demokratik barış yani demokrat devletler birbiriyle savaşmazlar anlayışı vardır, askeri güç kullanmanın maliyetini daha fazla olduğu düşünülür (Şöhret, 2015, ss. 1-14). Neoliberal kurumsallaşmada devlet dışı aktörlere ve rejimlere de yer verilir. Enerji güvenliğinde Neoliberal yaklaşımın temelinde enerji piyasası bulunmaktadır. Buna göre tüketiciler enerjiyi piyasa fiyatlarından sağlayabilir ve bu fiyat sisteminin işlemesi enerji korumacılığının maliyetinin faydasından yüksek olmasını getirir (Demiryol, 2023, s. 689).

Neoliberalizm ve Neorealizm teorilerinin ortak bakış noktası uluslararası sistemin anarşik olmasıdır. Neorealizmin olumsuz, çatışma, gücü artırma, çıkar, askeri güvenlik, nispi kazanç gibi yaklaşımlarına karşılık Neoliberalizm olumlu, iş birliğine açık, çok aktörlü, ahlaki ve moral değerler, ortak çıkarlar ve toplam kazanç yaklaşımı vardır (Balci, 2021, ss. 161-197).

Neoliberal yaklaşıma göre, enerji ticaretinde uzun süreli ve maliyetli sözleşmelerin olması, olumsuz durumda bütün paydaşları etkileyebilmesi tedarikçi ile tüketici ülkeler açısından iş birliği ve karşılıklı bağımlılık getirebilmektedir (Kakışım, 2019, ss. 67-89). Neoliberal

yaklaşımında piyasadaki rekabetin tüketicilere olumlu yansıtacağı düşünülmekte, ancak özel sektörün ve çok uluslu şirketlerin politikaları bu beklentiyi sağlamamaktadır (Dışkaya, 2017, s. 133). Neoliberal yaklaşımda enerji aktörleri arasında şeffaflık, kurallar ve standartlar sağlanmaya çalışılır. Enerji pazarı, rekabet yoluyla enerji tedarikçisini güvence altına alır ve karşılıklı bağımlılık işbirliğini garanti eder. Neorealistlerin aksine, neoliberaler enerji piyasası aktörleri ile enerji güvenliği kazanımları arasındaki ilişkinin sıfır toplamı bir oyun olarak algılanmaması gerektiğine inanırlar. Yenilenebilir enerji ve yeni enerji teknolojilerin yaygınlaştırılması uluslararası uzmanlar ve tecrübelerle gerçekleştirmeye çalışılır (Proskuryakova, 2018, s. 206). Neoliberaler genel olarak devletin ekonomiye minimum müdahalesi ve serbest ticareti savunduklarından enerji pazarları için de aynı şartların geçerli olmasını beklerler (Dışkaya, 2016, ss. 69-71). Neoliberal yaklaşımda devler haricinde enerji şirketleri, piyasaları ve ulusal enerji şirketleri ile enerji sektörünü genişletmek amaçlanır. Bu şekilde daha düşük işlem maliyeti oluşur, çatışma ihtimali azalır, dolayısıyla bir aktörün enerji güvenliği diğer aktörlere bağlı duruma gelir (Pala, 2019, ss.84-95). Neoliberalizmin enerjiye bakış açısında aktörlerin fikir, norm ve değerleri ile meydana gelen uluslararası kurumlar ile güvenliği sağlamak ön plandadır (Altunyuvu, 2021, s.75). Neoliberal bir yaklaşım, nükleer enerjinin devletlerarasındaki iş birliği için nasıl önemli olabileceğini ve bu iş birliğinin ve tedarikçi ile alıcılar için karşılıklı kazanımlara nasıl dayanabileceğini vurgular. Yine de nükleer ortaklıkların stratejik doğasını ve uzun vadeli güvenlik etkilerini hafife alır. Karşılıklı bağımlılığa ilişkin liberal vurgu, petrol ve gaz ticaretinden farklı özelliklere sahip olan nükleer sektöre uygulandığında nitelendirilmeye ihtiyaç duyar (Siddi ve Silvan, 2024).

Sonuç olarak Neoliberal yaklaşımda enerji güvenliği konusunda yeni teknolojiler, yenilenebilir enerjiye daha fazla önem vererek iş birliği içerisinde bilimsel araştırmaya, uzmanlığa önem verilmektedir. Ayrıca enerji pazarının çıkarı temelinde devlet dışı aktörlerin katılımı da beklenir. Enerji kaynaklarının çıkarılması, taşınması ve tüketilmesi aşamalarının güvence altına alınması amaçlanır. Ekonomik açıdan çevre ve enerji verimliliğine önem atfedilir. İş birliği, hukuk, standartlar ve normaler bu amaca yöneliktir. Neoliberalizmde en yüksek fayda beklentisi bulunmaktadır. Bir devlet için söz konusu olan fayda, diğer devletlerin elde edeceği fayda ile bağlantılı olarak ele alınmamaktadır.

1.4.1.1. Karşılıklı Bağımlılık

Karşılıklı bağımlılık kavramı Neoliberalizm içinde genellikle ekonomik olarak değerlendirilmiştir. Modernleşme devletlerarasındaki karşılıklı bağımlılığın kapsamını

genişletmektedir. Ulusötesi aktörler daha önemli olmakta, refah amaç haline gelmektedir. Bu da daha işbirliğine açık uluslararası ilişkiler anlamına gelmektedir (Sorensen, 2021, s.114). Karşılıklı bağımlılık, çıkarların ve politikaların içiçe geçtiğı ortak bağımlı olma ilişkisidir. Ama bu ilişki istenilmeyen karşılıklı sonuçlar doğurabilir veya aktörler önemli kazanımlar elde edebilir (Dunne ve diğ., 2021, s. 139). Serbest ticaret modern karşılıklı bağımlılığın temelini oluşturur. Devletler barış ve refahın artması için bir araya gelebilir. İşbirliği başladığında bu başka alanlara da yayılıp kazanç sağlamalarına neden olabilir. Neorealistler kim daha fazla kazanacak yaklaşımında iken Neoliberaler mutlak olarak en yüksek kazancı hedefler. İşbirliğinde ülkeler nisbi kazanç yapmadığından karşılıklı kazanç olabilmektedir. Bu şekilde karşılıklı bağımlılık oluşmaya başlar ve çatışma azalır (Burchill ve Linklater, 2019, ss. 96-99). Karşılıklı bağımlılık, ülke içi ve dışı aktörler arasındaki karşılıklı etkileşimlerdir. Karşılıklı bağımlılıktan durumunda, iki veya daha fazla aktör arasındaki etkileşimde maliyetler ve faydalara bakılır (Altunyuva, 2021, s. 75). Karşılıklı etkileşimde taraflar arasında olumsuz sonuç bulunmaz ise karşılıklı bağımlılık söz konusu değildir (Arı, 2021, s.181). Bağımlılığın simetrik ya da asimetrik olması devletlerarası ilişkileri etkiler. Daha bağımlı olan devlet daha büyük maliyetlere katlanıp siyasi ve ekonomik ilişkilerde daha az fayda elde eder. Daha az bağımlı olan taraf daha iyi bir avantaja sahip olabilir (Gökçe, 2018, s.38). Uluslararası sistemi oluşturan ülkelerde güç, yetenek, uzmanlıklar farklıdır ve eşitsizlik getirmektedir. Eğer iki tarafın ilişkilerine son verme maliyetleri eşit ise karşılıklı bağımlıdırlar (Waltz, 2015, ss. 176-181). Karşılıklı bağımlılık yaklaşımında bir taraf diğeri üzerinde pazarlık gücüne sahip iken diğerk taraf ihtiyacı kadar etkilenir. Örnek olarak Avrupa, Japonya, Kore, Çin petrol ihtiyacını Orta Doğu ülkelerinden karşılamaktadır. Japonya en çok petrol ithal eden ülke olmasından dolayı Orta Doğu ülkeleri en yüksek oranda Japonya'ya karşı pazarlık gücüne sahiptir (Gürkaynak ve Yalçiner, 2009, s. 76). Başta Almanya sanayisi olmak üzere Avrupa ülkeleri Rusya doğal gazına bağımlı olduklarından Rusya-Ukrayna Savaşı nedeniyle zor durumda kalmışlardır. Sonuç olarak yenilenebilir enerjiye geçişi hızlandırma ve nükleer enerjiye daha çok pay verme gibi politikalara yönelmişlerdir. Türkmenistan doğal gazı Rusya üzerinden Ukrayna'ya oradan Avrupa'ya gitmektedir. Bu durum Avrupa yanında Ukrayna ve Beyaz Rusya açısından da bağımlılık yaratmaktadır. İki ülke arasındaki enerjide karşılıklı bağımlılık düzeyleri, enerji krizinin olasılığını azaltabilir, çatışmanın başlaması ve tırmanmasını engelleyebilir. Nükleer enerji gibi uzun vadeli yapım ve işletme sözleşmeleri devletlerarası işbirliğini mümkün kılabilir (Gökçe, 2018, s.18).

Karşılıklı bağımlılıkta sıfır toplamı kazanç yani bir tarafın kazancı, diğer tarafın kaybı söz konusudur. Sıfır olmayan toplamı ilişkide ise her iki taraf da kazanabilir (pozitif toplamı) veya kaybedebilir (negatif toplamı) (Kakışım, 2019, ss. 67-89). Pasta bölüşümü örneğinde, taraflar eşit kazanç sağlar ve sıfır toplamı ilişki oluşur, daha büyük bir pastayı bölüşülürse iki taraf da eşit ama daha çok kazanır ve pozitif toplamı ilişki haline gelir, pasta yere düşer ise iki taraf da kaybeder, negatif toplamı ilişkiye dönüşür (Kakışım, 2019, s. 67-89). Türkiye'nin Rusya'ya ithalat ihtiyacı ile Rusya'nın Türkiye'nin enerji geçiş merkezi olması ihtiyacı eşit önemdedir. İki ülkede bu etkileşimin farkındadır ve çıkarlarını dengelemeye, riskleri azaltmaya çalışmaktadır (Suyundikov ve Gökbel, 2023, s. 199-218).

Keohane ve Nye, karşılıklı bağımlılık durumunun, çoğunlukla asimetrik ve politik bir durum olduğunu, devlet ve devlet dışı aktörlere bir güç sağladığını yazmışlardır. Kavram daha sonra bir hiyerarşi olmaksızın, birçok aktörü, birçok konuyu ve toplumlar arasındaki iletişim kanallarını da içerecek şekilde geliştirilmiştir (Üzer, 2023, ss. 32-42). Asimetrik karşılıklı bağımlılık bir tarafın çok bağımlı diğer az bağımlı olmadığı durumdur. Ancak küçük devletlerin asimetrik karşılıklı bağımlılıkta büyük devletlerin politika ve davranışlarını etkileyebilme durumu da görülebilmektedir (Abbasıgil, 2016, ss. 54-63). Asimetrik ilişki, güç dağılımının asimetrik olmasından çok bağımlılığın asimetrik olmasıdır. Asimetriklik güçten kaynaklanıp sürekli duruma geldiğinde burada tek taraflı bir bağımlılık ilişkisi söz konusu hale gelir (Arı, 2021, s.181). Simetrik bağlar barışı teşvik edebilir. Asimetrik karşılıklı bağımlılık, maliyetlerin ve faydaların her iki tarafa eşit olarak dağıtılmadığı anlamına gelmektedir. Daha bağımlı olan tarafın orantısız maliyetlere ve nispeten daha az maliyete maruz kalabileceği durumlarda fayda sağlamaktadır. Böylesi bir asimetri ise, doğasında var olan güvenlik ikilemini daha da kötüleştirebilir. Asimetrik bağlarda bağımlılığın etkisi daha fazladır ve ticaretin olumsuz etkileri olabilir. Asimetrik bağlar daha düşmanca ilişkiler üretme eğilimindedir. Asimetrik bağımlılık daha az bağımlı olan tarafın siyasi nüfuzunu artırmak için örtülü bir potansiyel araç olarak hizmet eder. Liberaller, daha bağımlı olan devletin, daha az bağımlı olan tarafla yapılan ticaretten daha fazla ekonomik kazanç elde edeceğini varsayar. Bununla birlikte daha az bağımlı taraf, daha fazla bağımlı tarafla olan ilişkisinden elde ettiği ticari kazanımları kaybetmekten korkabilir ve bu nedenle daha güçlü olan taraf pazarlıkta koz sahibi olabilir (Gökçe, 2018, ss. 39-77). Uzun vadeli çıkarlarını düşünen bazı aktörler kısa vadede çatışma maliyetine katlanarak bağımlılık ilişkisinden uzaklaşabilmektedirler (Kakışım, 2019, ss. 67-89). Karmaşık karşılıklı bağımlılık yaklaşımına göre uluslararası aktörler birbirlerine ihtiyaç duyduklarında ve çıkarları arasında uyum olursa işbirliği ile anarşik

sistemde hayatta kalabilirler. Karşılıklı kazanç sürerse çatışma ihtimali azalır (Gülmez, 2022, ss. 70-74). Karmaşık karşılıklı bağımlılık temel özelliklerine göre enerji güvenliğine birçok aktör etki etmektedir, sorunlar arasında hiyerarşi bulunmamaktadır ve askeri gücün önemi azalmıştır (Şöhret, 2015, ss. 1-14). Karşılıklı bağımlılık ile arz-talep dengesi ve enerji fiyatları belirlenir, enerji pazarı oluşur (Coşkun ve Erdal, 2022, ss. 23-25). Klasik enerji bağımlılığı temelinde, enerjinin politik bir araç olarak kullanılması var iken, modern enerji bağımlılığında ülkelerin, iş birliği yapması vurgulanmaktadır (Üzer, 2023, ss. 32-42). Neoliberalistler karşılıklı bağımlılığın ithalatçı ve ihracatçı taraflar arasında karşılıklı bağımlılık getireceğini savunmaktadırlar (Pala, 2019, ss. 82-95).

Karşılıklı bağımlılığa ciddi eleştiriler bulunmaktadır. Neorealistler bir tarafın aleyhine dengesizlik olacağını bununla sorunlara yol açacağı görüşündedirler (Pala, 2019, ss. 82-84,95). Neorealistlere göre karşılıklı bağımlılık siyasi gerginliğe neden olabilmekte ve devletleri kendi başının çaresine bakmaya zorlamaktadır (Smith ve diğ.,2016, ss. 204-221). Karşılıklı bağımlılık, devletlerin egemenliklerini sınırlandırmaktadır (Kakışım, 2019, ss. 67-89). Neorealist kurama göre karşılıklı bağımlılık eşitlik getirmez. Devlet temel aktör olarak enerji güvenliğini sağlar. Enerji güvenliği devletlerin uluslararası ilişkilerdeki yerine göre araç veya amaç olabilir. Enerji kaynaklarından yoksun olma enerjiyi devletlerin pazarlık veya tehdit aracı olarak kullanmasına yönlendirebilir. Örnek olarak Türkiye doğal gaz konusunda Rusya ve İran arasında pazarlık kozunu oynamaya çalışmaktadır (Şöhret, 2015: s1-14). Bağımlılık teorisi, teknolojik olarak gelişmiş devletler ile diğer ülkeler arasındaki eşitsiz bağımlılık ilişkilerinin nükleer enerji sektöründeki ticaret kalıpları aracılığıyla da nasıl sürdürüldüğünü göstermektedir (Siddi ve Silvan, 2024).



2. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE ENERJİ GÖRÜNÜMÜ

Ülkeler için enerji kaynaklarına sahip olma ya da ulaşabilme, üretim ve tüketim değerleri ile bu doğrultuda geliştirdikleri enerji güvenliği stratejileri ulusal çıkarları açısından çok önemli duruma gelmiştir. Enerjinin geçmişten günümüze, gelecekte ne ölçüde şekilleneceği, ülkelerin enerji politikalarını ve buna uygun strateji planlamalarını etkilemektedir. Bu bağlamda, çalışmanın bu kısmında dünyada ve Türkiye’deki enerji görünümü ortaya konularak izlenen enerji politikaları açıklanmaya çalışılacaktır. Enerji arzı değerleri ve payları, kaynaklara göre elektrik üretimi ve tüketimi, karbon salınımı değerleri önce dünya sonra Türkiye için enerji görünümü olarak şekil, tablo ve açıklamalar ile verilecek son bölümde karşılaştırma özet olarak verilecektir.

2.1. Dünyada Enerji Görünümü

Tarihsel olarak dünyada toplam enerji arzı sürekli artarak 1990 yılında 357,3 Exajoules (EJ), 2000 yılında 416,3 EJ, 2010 yılında 532,3 EJ, 2021 yılında 612,1 EJ olmuştur (BM, 2024, s. 3). Toplam enerji arzı 2022 yılında yaklaşık 630 EJ olmuş ve 2030 yılında 670 EJ olması beklenmektedir. Enerji arzı artarak devam etse de artış hızı önceki on yıla kıyasla düşüktür. Nedeni ise, yenilenebilir enerjinin yaygınlaşması, enerji verimliliği ve elektrikli ulaşımın artmasıdır. Fosil kaynakların kullanımının 2030 yılında en yüksek seviyesine çıkarak gerilemeye başlayacağı ve en hızlı gerilemenin kömürde olması beklenmektedir (IEA, 2023, s. 104). Enerji talebinde artışın en büyük oranı Çin ve çevre ülkeleri tarafından olmaktadır. Nispeten daha düşük büyüme ve enerji verimliliğindeki artış enerji talebinde önümüzdeki yıllarda düşük artış getirmektedir (BP, 2024, s. 27).

Tablo 2.1. Enerji Kaynaklarının Dünya Enerji Arzındaki Tahmini

Enerji kaynakları	1973(%)	2008(%)	2030(%)
petrol	48,1	34,3	30,1
kömür	28,5	32,6	28,8
doğal gaz	19,6	22,9	21,6
nükleer	1,9	5,9	5,3
hidrolik	1,8	2,2	2,4
yenilenebilir	0,1	2,1	11,8

*Kaynak: Özdemir, 2022, s. 114

Tablo 2.1.’de dünya enerji kaynaklarının payı geçmişten geleceğe verilmiştir. Petrol yüzdesi düşmekte, kömür, doğal gaz ve hidrolik yaklaşık aynı kalmakta, nükleer enerji bir süre artmış ardından sabit kalmış, yenilenebilir enerji çok yüksek yüzdede artmıştır. Toplam enerji

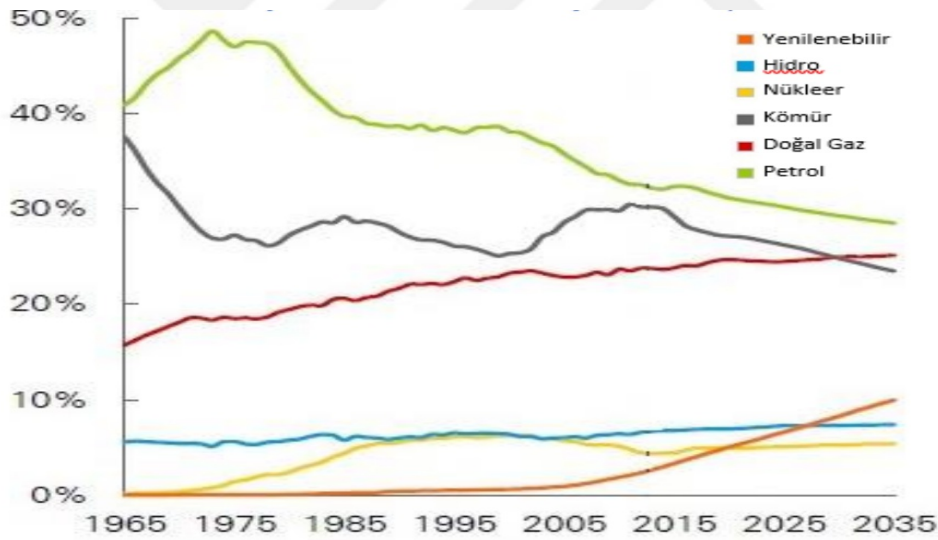
tüketimi sektörel olarak ele alındığında, 167 EJ sanayi, 133 EJ bina, 116 EJ ulaşım, 27 EJ diğer olmak üzere günümüzde yaklaşık 442 EJ'dir. 2030 yılına kadar her yıl %1,1 artış, ardından 2050 yılına kadar yine yavaş artışlar beklenmektedir (IEA, 2023, s.107).

Tablo 2.2. Dünyada Kaynaklara Göre Enerji Üretimi

Yıl	Kömür	Petrol	Doğalgaz	Biyoyakıt ve atıktan	Nükleer	Elektrik ve ısı
2000	23,2	37,6	21	8,5	6,8	2,8
2021	27,4	29,5	24	8,9	5	4,9

*Kaynak: BM, 2024, s. 9

Tablo 2.2.'de görüldüğü üzere dünyada kaynaklara göre birincil enerji üretimi 2000 yılında kömür %23,2 iken 2021 yılında %27,4'e yükselmiş, petrol %37,6 iken %29,5'e gerilemiş, doğalgaz %21'den %24'e yükselmiş, biyo yakıt ve atıktan enerji %8,5'ten %8,9'a yükselmiş, nükleer enerji %6,8'den %5'e düşmüş, elektrik ve ısı ise %2,8'den %4,9'a çıkmıştır.

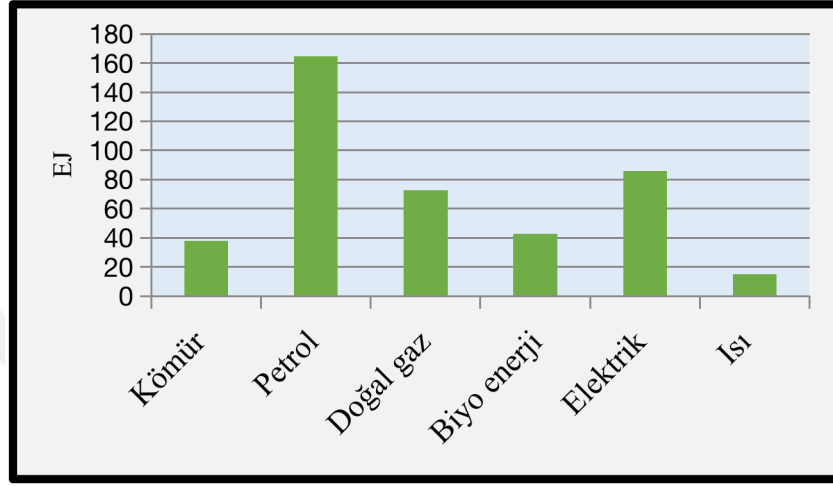


Şekil 2.1. Dünya Enerji Kaynaklarının Tarihsel Paylarının Değişimi (1965-2035)

*Kaynak: Gazbir, 2024

Dünyada enerji kaynaklarının gelişimi tarihsel (1965-2035) olarak Şekil 2.1.'de görülmektedir. Petrolün yüzdesel olarak 1970'li yıllardaki petrol krizinden sonra zirve değerinde başlayan azalan eğilimi devam etmiştir %50'den 2035 yılında %30'a düşeceği tahmin edilmektedir. Doğal gaz %20'nin altından itibaren yavaş ve istikrarlı yükselmeye başlamış, 2035 yılında %25'e çıkması beklenmektedir. Kömürün %40'a yakın seviyeden 2035 yılında %20'ye yakın seviyeye inmesi beklenmektedir. Hidro tüm zamanlar için yatay

seyretmiş, yenilenebilir enerji 2000’li yıllardan itibaren hızlanmaya başlamış ve yükseliş hızını artırarak 2035 yılında %10’a ulaşacaktır. Nükleer enerji petrol krizi sonrası hızla artmaya başlamış 2012 Fukuşima kazası sonrası bir miktar düşmüş ve bu değerinde devam etmektedir. Dünyada enerji kaynaklarına göre nihai tüketim 2021 yılında Şekil 2.2.’de görüldüğü gibi kömür 37.9 EJ, petrol 164.9 EJ, doğal gaz 72.7 EJ, bio yakıt ve atıktan enerji 42.7, elektrik, 85.8, ısı 15.1 olmak üzere toplam 419.1 EJ gerçekleşmiştir.



Şekil 2.2. Dünya Enerji Kaynaklarına Göre Nihai Tüketim

Kaynak: BM, 2024, s. 38

Karbon yoğunluğunda azalma 486 gCO₂/kWh’ten 480 gCO₂/kWh’e %1,2’lik düşüşle yeni rekor değerine ulaşmıştır. Ancak yenilenebilir kaynaklardan talep için karşılanamayan miktar fosil yakıtlardan karşılanmıştır. Bu durumun sonucu olarak toplam CO₂ salınımı %1 artarak 14.153 milyon ton olmuştur. Bu salınımın %39’u Çin halk Cumhuriyeti kaynaklıdır ve nedeni ise %95 oranında kömür kullanımındır. Karbon salınımında ikinci sırada %11 ile ABD, üçüncü sırada %10 ile Hindistan gelmektedir (Ember, 2024, s. 18). Küresel CO₂ salınımı günümüzde yaklaşık 15 Gigaton iken senaryolara göre 2030 yılında %15-30 düşüş görülmektedir ve bu eğilim çoğunlukla yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde gerçekleşecektir (IEA, 2023, s. 126).

2023 sonu itibariyle küresel elektrik talebi bir önceki yıla göre %2,2 artarak yeni rekor olan 29.471TWh değerine yükselmiştir. Bu talep artışı 2012-2022 arasındaki %2,5 artış oranından düşüktür. Elektrik üretimi 2000 yılında yaklaşık 15.000 TWh’ten 2023 yılına yaklaşık 30.000 TWh olmak üzere iki katına çıkmıştır. Çin, 2023 yılında küresel elektrik talebindeki artışta ana güçtür, ikinci sırada Hindistan gelmektedir. ABD ve AB’de ise talep azalmıştır. Enerji talebinin bu ülkelerde elektrifikasyon artışı ve yapay zekâ kullanımı için gereken miktar

nedeniyle önümüzdeki yıllar artması beklenmektedir. Fosil yakıtlar 2023 yılında %35 kömür, %23 doğal gaz ve %2,7 diğer kaynaklar olmak üzere elektrik üretiminin %61'ini sağlamışlardır. Bu değer 2007 yılında %68'di. Yenilenebilir enerji elektrik üretiminde %39'a ulaşılmıştır. Yenilenebilir elektrik üretimi %14 hidrolik, %9 nükleer güç, %7,8 rüzgâr, %5,5 güneş, %2,4 bio enerji olarak gerçekleşmiştir. Yenilenebilir enerji 2000 yılında %19 paydan %30'a güneş ve rüzgâr enerjisi sayesinde yükselmiştir. Yenilenebilir enerjinin payının 2022 yılında elektrik üretiminde %30 iken, 2030 yılında %50 seviyesine çıkması beklenmektedir. Bu oranın artış nedeni ise yenilenebilir enerji üretiminde güneş ve rüzgârın payının artacak olmasıdır (Ember, 2024, s. 57).

Fosil kaynakların yüzdesi düşmüş olsa da miktar olarak artmaya devam etmektedir. Kömür üretimi 2000 yılından 2023 yılına 5,8 TWh'ten 10,434 TWh'e, doğal gaz üretimi 2,745 TWh'ten 6,634 TWh'e yaklaşık 2 katına çıkmıştır. Elektrik üretiminde petrol aynı yıllar arası yaklaşık yarıya düşmüştür. Kişi başı elektrik tüketim talebi 2000 yılına göre artan hayat standartları ile 2,5 MWh'ten 3,7 MWh'te yaklaşık %50 artmıştır (Ember, 2024, s. 61) Bu verilere göre, Türkiye yıllık yaklaşık 350 TWh elektrik üretimi ile 30000 TWh küresel miktarın %1'inden biraz fazla katkı yapmaktadır.

Tablo 2.3. Dünya ve Türkiye'de Toplam Yenilenebilir Enerji Kapasitesi

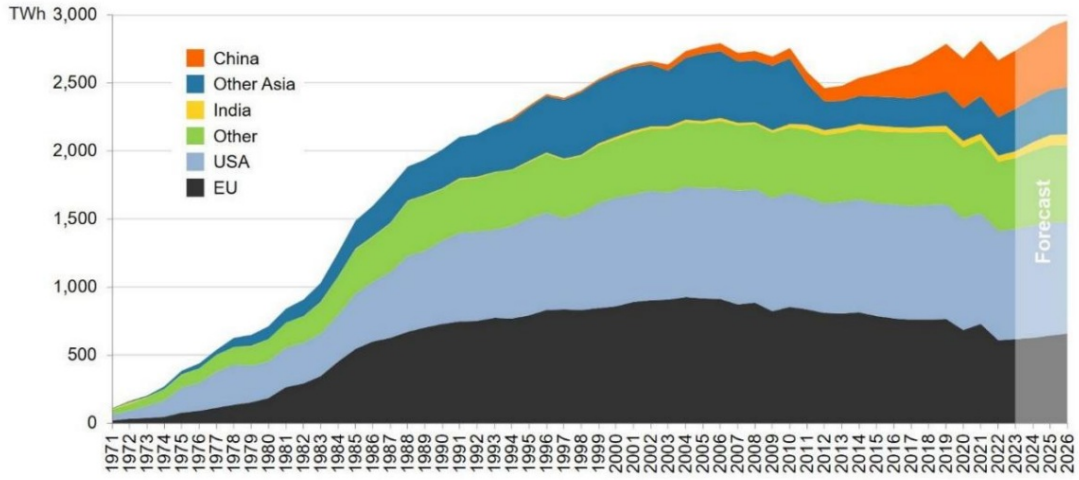
2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2033
1700	1854	2016	2187	2362	2550	2822	3088	3396	3869
27,9	31,5	34,4	38,7	42,2	44,3	49,1	53,1	55,9	58,4

*Kaynak: IRENA, 2024, s. 2

Tablo 2.3.'te dünya ve Türkiye toplam yenilenebilir enerji kurulu kapasitesi görülmektedir. Türkiye'nin dünyada yüzdesi bütün yıllar için %1'in biraz yukarısındadır.

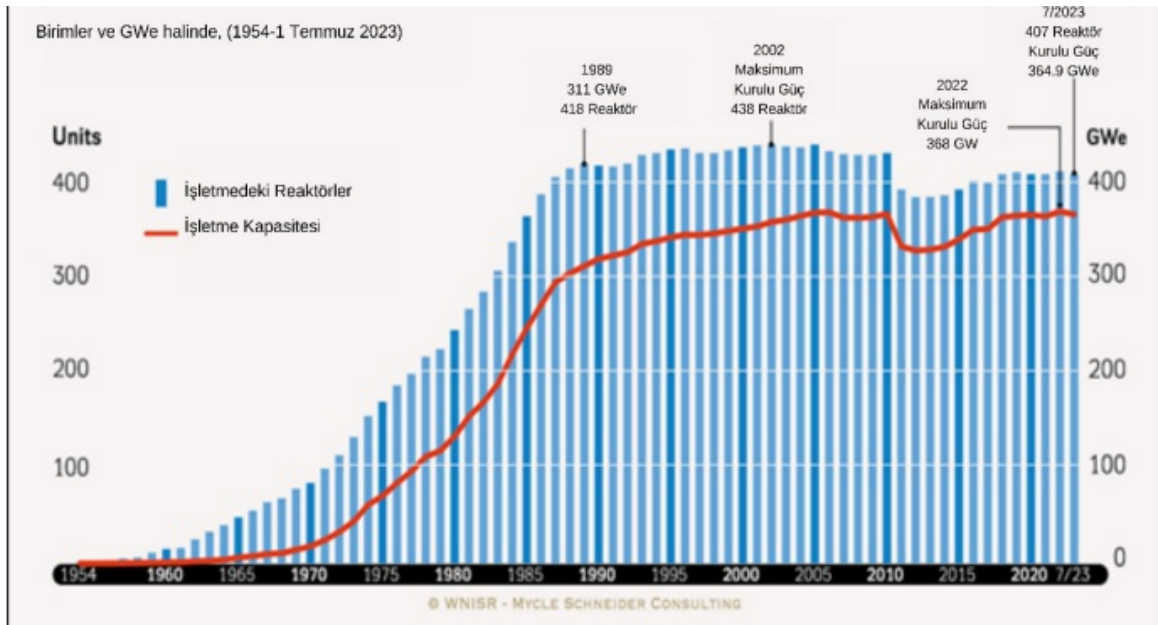
Nükleer enerjide 2021 sonu itibarıyla 32 ülkede 437 nükleer reaktör 389,5 GW kapasite ile işletmede olup dünyada elektrik üretiminin yaklaşık %10'unu ve düşük karbon ile elektrik üretiminin yaklaşık %25'ini sağlamıştır (IAEA, 2022, s. 12). Nükleer enerjide Fukushima kazası nedeniyle Avrupa ve Japonya'da santral kapanmaları ile düşen üretim Çin'deki artış ile bir miktar telafi edilmiş olsa da son 20 yılda elektrik talebi 2 katına çıkmasına rağmen nükleer enerjinin payı 2000 yılında %16 seviyesinden 2023 yılında %9 seviyesine gerilemiştir. Nükleer enerji 2000 yılında 2443 TWh iken 2023 yılında 2682 TWh ile %9,1 paya sahiptir. ABD 775,35 TWh, Çin 434,72 TWh, Fransa 335,65, Rusya 217,47 TWh üretmiştir (IAEA,

2020, s. 18). Nükleer enerjide senaryolara göre, 2050 yılında 400GW ile %6,3 pay ve 700 GW ile %12,3 pay olabilecektir (IAEA, 2022, s. 10).



Şekil 2.3. Küresel Nükleer Enerji Üretimi (TWh)

Şekil 2.3.'te nükleer enerjinin dünyada yıllara ve bölgelere göre üretim grafiği görülmektedir. 1970'li yıllarda başlayan nükleer enerjiden elektrik üretimdeki hızlı artış 2000'li yıllara kadar devam etmiştir. Fukuşima kazasından sonra düşen üretim yine artış eğilimine girse de önceki dönemler gibi hızlı değildir. Gelecek tahminlerinde en yüksek artış Çin, Hindistan ve diğer Asya ülkelerinde beklenmektedir. ABD, Avrupa ve diğer ülkelerde sınırlı bir artış öngörülmektedir.



Şekil 2.4. Dünyada Tarihsel Olarak Devreye Alınan Nükleer Reaktörler

Şekil 2.4.'te dünyada tarihsel olarak 1954 yılından itibaren işletmeye geçen reaktörler ve işletme kapasiteleri verilmiştir. En yüksek işletmedeki reaktör sayısı 2002 yılında 438 olmuştur. En yüksek kurulu güç kapasitesi ise 2022 yılında 358 GW gerçekleşmiştir. 2023 yılı itibariyle 407 reaktör ve 364,9 GW kurulu güç bulunmaktadır.

Güneş enerjisinden elektrik üretimi 2023'te 1631 TWh olmuştur. Son 10 yılda, yıllık yaklaşık %23 artış olmuştur. Üretim 584 TWh Çin, 238 TWh ABD tarafından gerçekleştirilmiştir. 2023 Ağustos'ta güneşten elektrik üretimi tüm zamanların en yüksek değeri olan 159 TWh olarak gerçekleşmiştir (Ember, 2024). Uluslararası Enerji Ajansının net sıfır salınım senaryosuna göre, 2030'da güneş enerjinin payı %22'ye çıkarak 8316 TWh değerine ulaşacaktır (Ember, 2024, s. 75).

Rüzgâr enerjisinde 2023 yılında Danimarka %58 ile en yüksek paya sahiptir. İskandinav ülkeleri kişi başı rüzgâr üretiminde lider durumdadırlar (Ember, 2024). 2023 yılı Aralık ayında tüm zamanların en yüksek rüzgâr üretimi 231 TWh ile gerçekleşmiştir. Dünyada rüzgâr enerjisi 2000 yılında %0,2 pay 31 TWh iken, 2023 yılında %7,8 ile 2304 TWh'e ulaşmıştır. Uluslararası Enerji Ajansının net sıfır salınım senaryosuna göre 2030 yılında rüzgâr enerjisinin payı %18,5'e çıkarak 7070 TWh değerine ulaşması gereklidir (Ember, 2024, s. 81). Elektrik üretiminde güneş ve rüzgâr enerjisinin kayda değer artış göstermesinde maliyetlerin düşüşü belirleyici etken olmaktadır. Şebeke ile çalışmada düzensizliklere karşı kararlılık başta bataryalar olmak enerji depolama sistemleri kurulumu ve güç sistemlerdeki yenilikler ile gerçekleştirilebilir.

Kömürden elektrik üretimi 2000 yılında 5809 iken 2023 yılında 10.434 TWh olmuştur. Pay olarak elektrik üretiminde %38'den %35'e az miktar gerilemiştir. Uluslararası Enerji Ajansının net sıfır salınım senaryosuna göre, 2030 yılında kömürün payı %14'e 5144 TWh değerine düşmelidir (Ember, 2024, s. 84). Kömür tüketiminde düşüş beklentisi Çin'in önümüzdeki yıllarda kömürü azaltması ve yenilenebilir enerjiye yönelmesiyle gerçekleşecektir (BP, 2024, s. 47). Doğal gaz 2023 yılında 6634 TWh ile %23 paya sahiptir. Doğal gaz 2000 yılında %18 ile 2745 TWh idi. ABD en yüksek gazdan elektrik üretimine %42 ile sahiptir. Kömürden sonra ikinci sırada karbon salınımına neden doğal gazın payı %16'ya 6007 TWh değerine düşmelidir. Hidrolik enerji 4210 TWh ile 2023 yılında %14 paya sahip olmuştur. Son yıllarda kuraklık ve hidrolik enerjinin payı az miktarda düşmüştür (Ember, 2024, s. 99).

Dünyada toplam elektrik üretimi 2000 yılında 15.512, 2010 yılında 21.588, 2020 yılında 26.888 ve 2021 yılında 28.428 TWh olarak gerçekleşmiştir. En büyük pay 8.534, ikinci sırada Çin harici Asya ülkeleri 6.999, Avrupa 4.900 ve ABD 4.374 TWh üretmiştir.

Tablo 2.4. Dünya Kaynaklara Göre Elektrik Enerjisi Üretimi

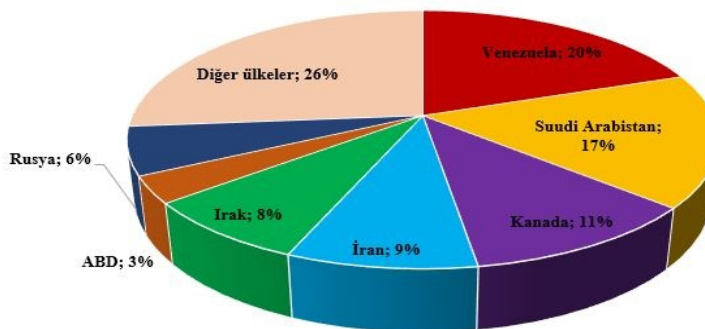
Yıl	Termal	Güneş, rüzgâr...	Nükleer	Hidrolik
2000	10,112	103,8	2,589	2,706
2010	14,792	511	2,756	3,528
2020	17,193	2,565	2,676	4,463
2021	18,187	3,034	2,799	4,408

*Kaynak: BM, 2024, s. 21

Tablo 2.4.'te dünya elektrik üretiminde termal (kömür, petrol, doğal gaz ve biyo enerji) kaynağın gelişimi sürekli artarak 2000'de 10.112 TWh, 2010'da 14.792 TWh, 2020'de 17,193 TWh ve 2021'de 18.187 TWh olmuştur. Nükleer enerji üretimi, 2000'de 2.589 TWh, 2010'da 2.756 TWh, 2020'de 2.676 TWh ve 2021'de 2.799 TWh olmak üzere yatay seyretmiştir. Güneş, rüzgar ve diğer yenilenebilir enerjide önemli yükselişler gerçekleşerek 2000'de 103.8 TWh, 2010'da 511 TWh, 2020'de 2.565 TWh ve 2021'de 3.034 TWh olmuştur. Hidrolik enerji 2000'de 2.706 TWh, 2010'da 3.528 TWh, 2020 yılında 4.463 TWh ve 2021 yılında 4.408 TWh olmuştur.

Üretilen ispatlanmış petrol miktarının hâlihazırda üretime bölünmesiyle bulunan petrol rezerv ömrü 2022 sonu itibarıyla 59 yıl hesaplanmıştır.

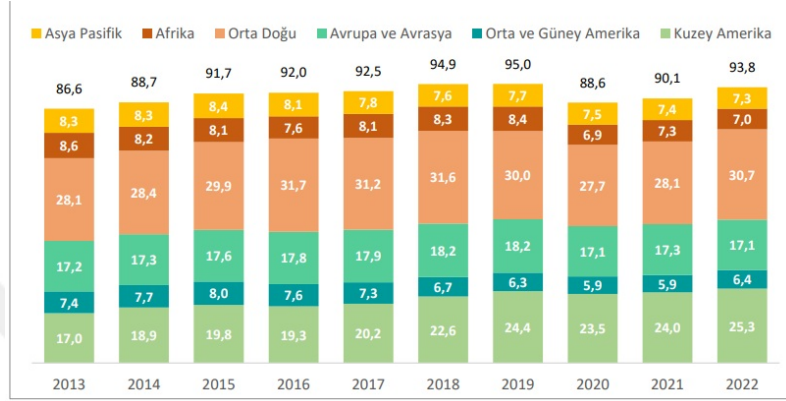
Ülkelere Göre Ham Petrol Rezervleri



Şekil 2.5. Ülkelere Göre Ham Petrol Rezervi

*Kaynak: ETKB, 2024

Şekil 2.5.'te ham petrol rezervinde ilk beş sırada Venezüella, Suudi Arabistan, Kanada, İran, Irak bulunmaktadır. Türkiye coğrafi olarak İran ve Irak'a komşu olması sebebiyle petrol tedarikinde avantaj elde edebileceği değerlendirilebilir. Türkiye'nin petrol piyasası doğal gaz piyasasına göre daha çeşitlidir. Rusya, İran ve Irak geleneksel olarak Türkiye'nin ana petrol tedarikçileri olmuştur ve hiçbiri pazarda baskın bir konuma sahip değildirler (Siccardi, 2024, s. 9).

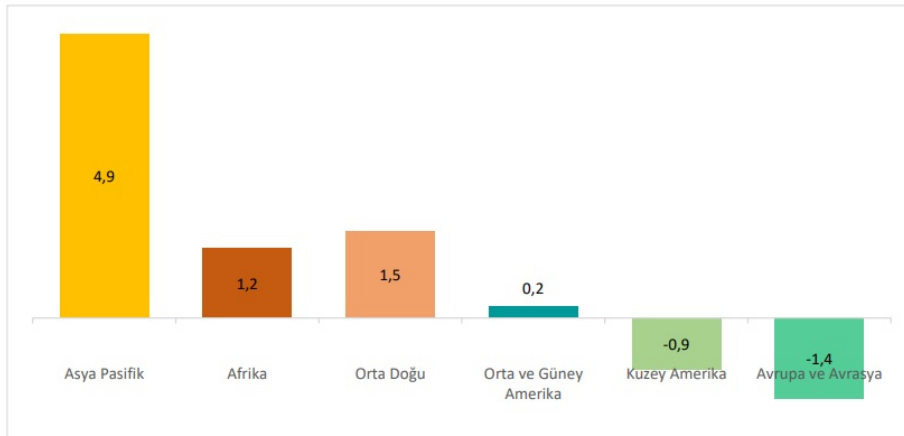


Şekil 2.6. Bölgelere Göre Petrol Üretimi

*Kaynak: TPOA, 2023, s. 9

Şekil 2.6.'da 2013-2022 yılları arasında bölgelere göre petrol üretiminin değişimi bulunmaktadır. En büyük artış Kuzey Amerika bölgesinde olmuş, diğer bölgelerde yüzde olarak önemi değişimler görülmemiştir.

2022 yılında petrol üretimi bir önceki yıla göre %4,1 artarak günde 93,8 milyon varile yükselmiştir. Normal senaryoda petrol üretimi 2030 yılında günlük 99,1 milyon varil, 2050 yılında 94,5 milyon varil olması beklenmektedir. Eğer sıfır salınım (Net Zero Emission) hedefine ulaşmak için 2030 yılında 75,1 ve 2050 yılında 23,5 milyon varil üretim olmalıdır (IEA, 2023, s. 130). Petrol tüketimindeki düşüş beklentisi ulaşımında elektrikli araçların kullanılmasıyla gerçekleşecektir (BP, 2024, s. 30).

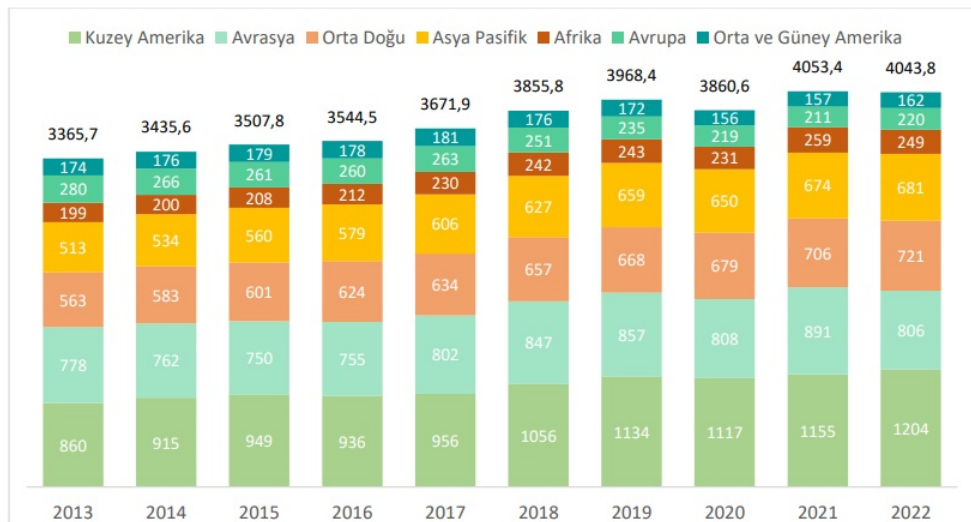


Şekil 2.7. Bölgelere Göre Petrol Talep Değişimi

*Kaynak: TPOA, 2023, s. 11

Yukarıdaki Şekil 2.7.'te, küresel petrol talep değişimi görülmektedir. 2050'de, petrol talebinde Asya Pasifik, Afrika ve Orta Doğu bölgelerinde yükseliş, Kuzey Amerika, Avrupa ve Avrasya bölgelerinin ise düşüş beklenmektedir.

Küresel doğal gaz rezervleri 2021 yılında 205,2 trilyon m³ iken, 2022 yılında %2,4 artarak 210,1 trilyon m³ değerine yükselmiştir. En fazla rezerv sırasıyla Rusya (47,8 trilyon m³), İran (34 trilyon m³) ve Katar (23,8 trilyon m³) sahiptir. Rezerv miktarının o yılki üretime bölünmesiyle 2022 yılı itibariyle küresel doğal gaz rezerv ömrü yaklaşık 52 yıl hesaplanmıştır (TPOA, 2023, s. 19).



Şekil 2.8. Bölgelere Göre Doğal Gaz Üretimi

*Kaynak: TPOA, 2023, s. 19

Şekil 2.8.'de görülebileceği gibi 2022 itibariyle en yüksek doğal gaz üretimi Kuzey Amerika'da olmuştur ve mevcut durumun 2030 yılına kadar devam etmesi beklenmektedir. Toplam doğal gaz üretiminin 2030 ve 2050 tahminlerinde normal süreçte önemli değişiklik olmayacağı net sıfır hedefinde önemli düşüş olacağı beklenmektedir. Rusya'nın Ukrayna Savaşı nedeniyle Avrupa'ya karşı doğal gaz satışı düşmüştür. Rusya, Çin ile Sibirya'nın Gücü doğal gaz boru hattının 2030 yılında tamamlanmasıyla ihracatının artması beklenmektedir. Asya Pasifik'te giderek artan ihtiyaç nedeniyle LNG pazarının genişleyerek Avustralya'nın LNG ihracatı yapan önemli ülkelerden olması beklenmektedir (IAE, 2023, s. 135).

Tablo 2.5. Dünya Doğal Gaz Ticareti

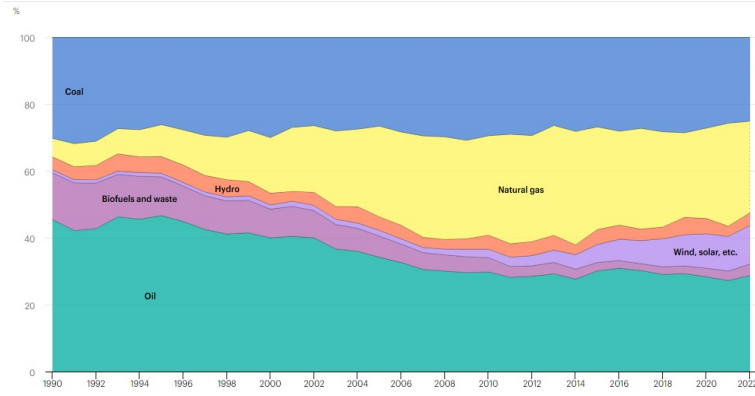
(milyar m ³)	2018	2019	2020	2021	2022
Boru hattı	509	508	455	504	426
LNG	430	484	490	516	542

*Kaynak: TPOA, 2023, s. 26

Yukarıdaki Tablo 2.5.'te LNG'nin payının boru hatları ile kıyaslaması görülmektedir. Bu trendin önümüzdeki 2030 ve 2050 tahminlerinde artarak devam edeceği beklenmektedir. LNG farklı ülke ve bölgeler ile doğrudan, herhangi bir boru hattına bağlı olmadan ihracat/ithalat yapmaya olanak vermekte ve enerji güvenliği ile kaynak çeşitlendirmesine katkı sağlamaktadır.

2.2. Türkiye Enerji Görünümü

ETKB 2022 enerji denge raporuna göre enerji arzında toplam 157.770 bin TEP içinde kömür ürünleri 21.428, ham petrol 38.699 ve doğal gaz 43.304 TEP olmuştur. Kömür arzı %12, ham petrol arzı %25 ve doğal gaz %28 olmuştur (ETKB, 2022). 2022 yılı itibariyle Türkiye petrol ithalatı %37,4 Irak, %35,8 Rusya, %12,7 Kazakistan ve %5 Suudi Arabistan ile gerçekleşmiştir. Yine 2022 yılı itibariyle doğal gaz ithalatı %29,5 Rusya, %17,2 İran, %15,9 Azerbaycan, %10,3 ABD ve %9,6 Cezayir'den karşılanmıştır. 2022 yılı sonu itibarıyla Türkiye kara alanlarında petrol rezervi 507 milyon varil, doğal gaz rezervi ise 3,1 milyar m³ olarak kaydedilmiştir (TPOA, 2022, s. 54). Şekil 2.9.'da Toplam enerji kaynaklarının değişimi görülmektedir.



Şekil 2.9. Türkiye’de Toplam Enerji Kaynaklarının 1990-2022 Arasında Değişimi

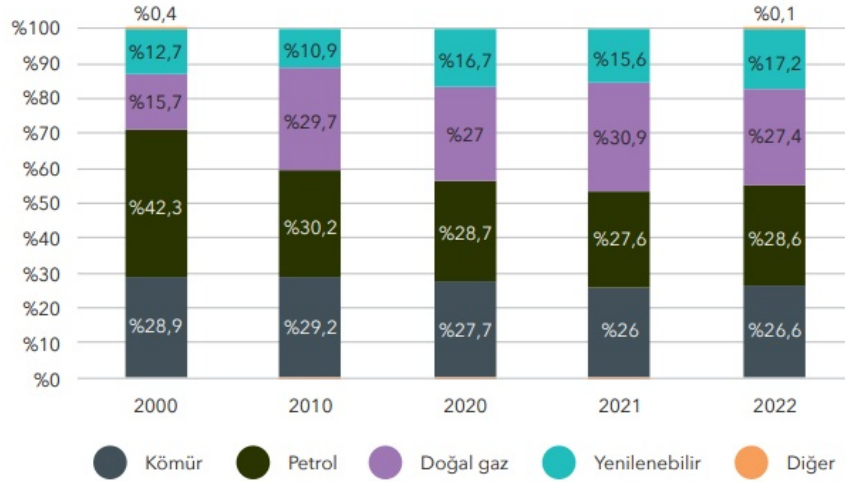
*Kaynak: IEA, 2023

Tablo 2.6. Türkiye Ham Petrol ve Doğal Gaz Üretimi

Yıllar	Hampetrol üretimi (m.ton)	Doğal gaz üretimi (m3)
1999	2 939 896	731 098 727
2000	2 749 105	639 222 969
2001	2 551 467	311 562 545
2002	2 441 534	378 402 738
2003	2 375 044	560 633 511
2004	2 275 530	707 008 763
2005	2 281 131	896 424 950
2006	2 175 668	906 587 974
2007	2 134 175	893 055 000
2008	2 160 067	1014 530 570
2009	2 401 799	729 414 369
2010	2 496 113	725 993 340
2011	2 367 251	793 397 572
2012	2 337 551	664 353 885
2013	2 398 454	561 544 788
2014	2 455 893	502 108 992
2015	2 515 662	398 723 410
2016	2 571 928	381 596 942
2017	2 551 929	364 295 167
2018	2 850 828	435 518 023
2019	2 984 800	483 381 033
2020	3 202 924	457 826 359
2021	3 441 659	415 036 880
2022	3 583 040	408 017 074
2023	4 094 898	851 970 209

*Kaynak: MAPEV, 2024

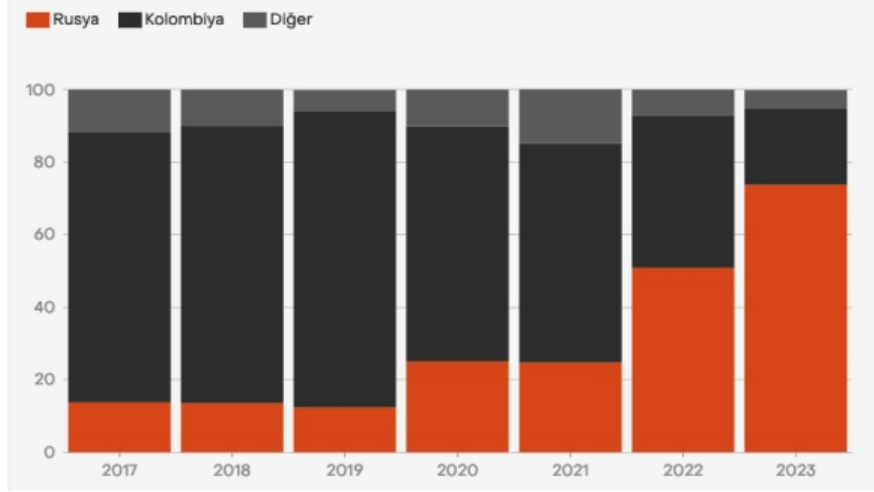
Yukarıdaki Tablo 2.6.'da Türkiye'nin 1999-2023 yılları arasında ham petrol ve doğal gaz üretimi görülmektedir. Petrol üretiminde son yirmi yılda artış, doğal gaz üretimine 2023 yılına kadar azalma, 2023 yılında Karadeniz gazının devreye girmesiyle artış başlamıştır.



Şekil 2.10. Türkiye Birincil Enerji Arzı Kaynak Dağılımı (2000-2022)

*Kaynak: Shura, 2023, s. 15

Şekil 2.10.'de Türkiye'de birincil enerji kaynaklar arzının dağılımı 2000-2022 yılları arasında görülmektedir. Kömür yüzdesi yaklaşık aynı, petrol yüzdesinde önemli düşüş, doğal gazda önemli artış ve yenilenebilir enerjide net artış görülebilmektedir. (Türkiye Taşkömürü Kurumu, 2023, s. 29). 2022 yılında Türkiye, 5,3 milyar doları elektrik üretimi olmak üzere kömür ithalatına 8,8 milyar dolar ödeyerek bugüne kadarki en yüksek kömür faturasını ödemiştir (Siccardi, 2024, s. 11). 2013 yılında AB ülkeleri ve Türkiye kömürden elektrik üretiminde yaklaşık %25 seviyesinde yakın iken, 2023 yılı itibariye AB ülkeleri %12'ye düşerken Türkiye %36'ya yükselmiştir (Ember, 2024, s. 11).



Şekil 2.11. Türkiye'nin Elektrik Üretimi İçin Kömür İthalatı

*Kaynak: Ember, 2024, s. 11

Türkiye'de 2023'te kömürden elektrik üretimi bir önceki yıla göre %4 artışla 118 TWh'e ulaşarak Polonya'yı geçmiştir ve Almanya'ya (121 TWh) yaklaşılarak ikinci sıraya yükselmiştir (Ember, 2024, s. 6). Rusya, Türkiye'nin en büyük kömür tedarikçisi olmuştur. Rusya'dan kömür ithalatı 2022 yılında %49 iken 2023 yılında %73'e çıkmıştır, bu durumu Rusya'nın sevk ettiği kömür fiyatını genel olarak düşürmesi sağlamıştır (Şekil 2.11.).

Tablo 2.7. Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi

İSİM	ÜRETİM (MWh)	%
İTHAL KÖMÜR	72.101.484,658	22,38
DOĞAL GAZ	67.276.776,664	20,88
BARAJLI	43.103.624,012	13,38
LİNYİT	40.276.231,797	12,50
RÜZGAR	33.883.158,577	10,52
AKARSU	19.502.117,395	6,05
GÜNEŞ	18.788.820,825	5,83
JEOTERMAL	11.046.945,667	3,43
BİYOKÜTLE	8.536.876,342	2,65

TAŞ KÖMÜR	3.972.337,391	1,23
ASFALTİT KÖMÜR	1.577.640,008	0,49
FUEL OİL	1.141.189,371	0,35
ATIK ISI	952.259,973	0,30
LNG	0,00	0,00
LPG	140,00	0,00
MOTORİN	2.307,183	0,00
NAFTA	0,00	0,00
TOPLAM	322.161.909,863	100

*Kaynak: TEİAŞ, 2023

Tablo 2.7.'de kaynaklara göre elektrik üretimi ve yüzdeleri görülmektedir. 2023 yılı sonu itibariyle yaklaşık 322 milyar kWh elektrik üretilmiştir. Elektrik üretiminde en yüksek üretim ve yüzde fosil yakıtlar olan kömür, doğal gaz, linyit ve fuel oil olmak üzere yaklaşık %57,5'tir. Yenilenebilir kaynaklar hidro, rüzgâr, güneş, jeotermal, biyokütle olmak üzere yaklaşık %30 değerindedir.

Tablo 2.8. Elektrik Kurulu Gücü ve Üretim Miktarı

KAYNAK TÜRÜ	TOPLAM KURULU GÜÇ (MW)		TOPLAM ÜRETİM (MWh)	ORAN (%)
	2024 EYLÜL	ORAN (%)	2024 OCAK-EYLÜL	
HİDROLİK	32.194,55	28,19	61.980.821,22	23,82
GÜNEŞ	18.712,38	16,38	20.930.477,22	8,04
RÜZGÂR	12.369,39	10,83	27.171.518,28	10,44
BİYOKÜTLE	2.111,58	1,85	7.609.954,65	2,92
JEOTERMAL	1.691,34	1,48	8.165.166,73	3,14
YENİLENEBİLİR	67.079,24	58,73	125.857.938,11	48,37
DOĞAL GAZ	24.997,48	21,89	44.470.876,35	17,09
İTHAL KÖMÜR	10.403,80	9,11	54.126.383,44	20,80
LİNYİT	10.229,19	8,96	31.327.221,01	12,04
TAŞ KÖMÜRÜ				

	840,77	0,74	3.144.343,37	1,21
ASFALTİT	405,00	0,35	733.048,23	0,28
FUEL OİL	251,93	0,22	543.399,38	0,21
NAFTA	4,74	-	-	-
LNG	1,95	-	-	-
MOTORİN	1,04	-	-	-
TERMİK	47.135,89	41,27	134.345.271,79	51,63
TOPLAM	114.215,12	100,00	260.203.209,90	100,00

*Kaynak: EPDK Sektör Raporu, 2024, s. 3

Tablo 2.8.'e göre Türkiye elektrik üretiminde kaynaklara göre tesis kurulu gücü ve elektrik üretimleri 2024 yılı Ocak-Eylül ayları arasında verilmiştir. Yenilenebilir enerjide kurulu güç yaklaşık 67 GW ile %58 seviyesine yükselmiş, toplam elektrik üretiminde ise %48 olmuştur. Termik enerji kurulu gücü %41 paya sahipken üretimde % 51 paya sahiptir.

2023'te elektrik üretimimizin, %36,3'ü kömürden, %21,4'ü doğal gazdan, %19,6'sı hidrolik enerjiden, %10,4'ü rüzgârdan, %5,7'si güneşten, %3,4'ü jeotermal enerjiden ve %3,2'si diğer kaynaklardan elde edilerek Mayıs 2024 itibarıyla Türkiye kurulu gücü 110.341 MW'a ulaşmıştır (ETKB,2024). Mayıs 2024 sonu itibarıyla Türkiye toplam kurulu gücünün kaynaklara göre dağılımı; %29,2 hidrolik enerji, %22,4 doğal gaz, %19,8 kömür, %11,1 rüzgâr, %13,6 güneş, %1,5 jeotermal ve %2,4 ise diğer kaynaklar şeklindedir (ETKB, 2024).

Aşağıda Tablo 2.9.'e göre nüfus, kurulu güç, üretim ve kişi başı tüketimin yıllar içinde sürekli artışı görülmektedir (TEİAŞ, 2023). 2022 yılındaki kişi başı tüketim 1975 yılına göre yaklaşık 10 kat artmıştır.

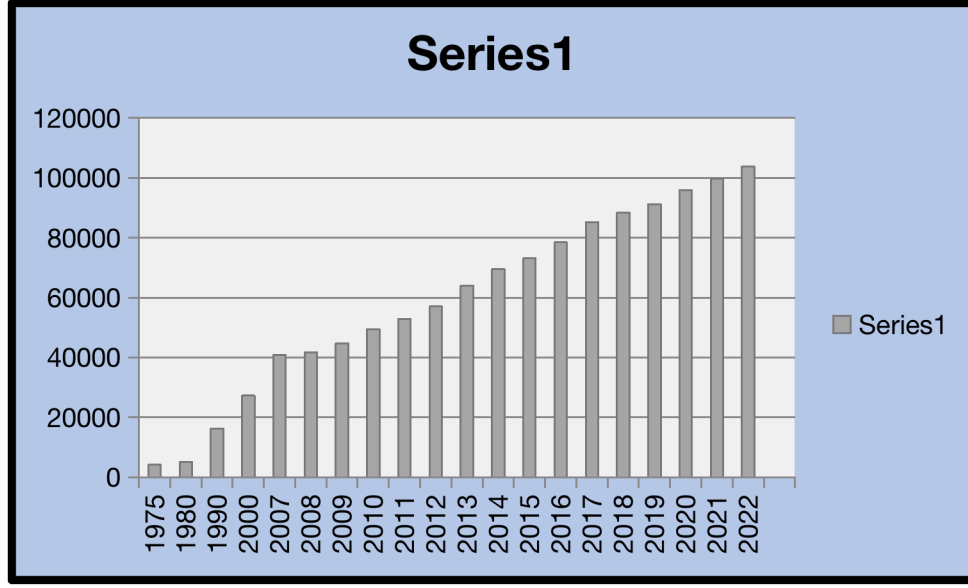
Tablo 2.9. 1972-2022 Kurulu Güç-Brüt Üretim-Kişi Başı Net Tüketim Değerleri

Yıllar	Nüfus (X1000)	Kurulu Güç (MW)	Brüt Üretim (Gwh)	Kişi Başı Net Tüketim (Kwh)
1975	40348	4186,6	15622,8	334
1980	44737	5118,7	23275,4	456
1990	56473	16317,6	57543,0	829
2000	67845	27264,1	124921,6	1449
2007	70586	40835,7	191558,1	2198

2008	71517	41817,2	198418,0	2264
2009	72561	44761,2	194812,9	2162
2010	73723	49524,1	211207,7	2334
2011	74724	52911,1	229395,1	2490
2012	75627	57059,4	239496,8	2577
2013	76668	64007,5	240154,0	2583
2014	77696	69519,8	251962,8	2669
2015	78741	73146,7	261783,3	2760
2016	79814	78497,4	274407,7	2897
2017	80811	85200,0	297277,5	3082
2018	82004	88500,8	304801,9	3149
2019	83155	91267,0	303897,6	3094
2020	83614	95890,6	306703,1	3142
2021	84680	99819,6	334723,1	3386
2022	85280	103809,3	328379,3	3360

*Kaynak: TEİAŞ, 2023

Türkiye’de elektrik santrali sayısı, 2024 yılı Eylül ayı sonu itibariyle 31.590’a yükselmiştir. Elektrik santrallerin 765 adedi hidroelektrik, 69 adet kömür, 365 adet rüzgâr, 63 adet jeotermal, 341 adet doğal gaz, 29.512 adet güneş, 475 adet ise diğer kaynaklı santrallerdir (ETKB, 2024).



Şekil 2.12. Kurulu Gücün Yıllar İçinde Değişimi

Şekil 2.12. 'te 1975 yılından 2022 yılına kadar kurulu gücün değişimi görülmektedir. Kurulu güç 100 GW değerini geçmiştir.

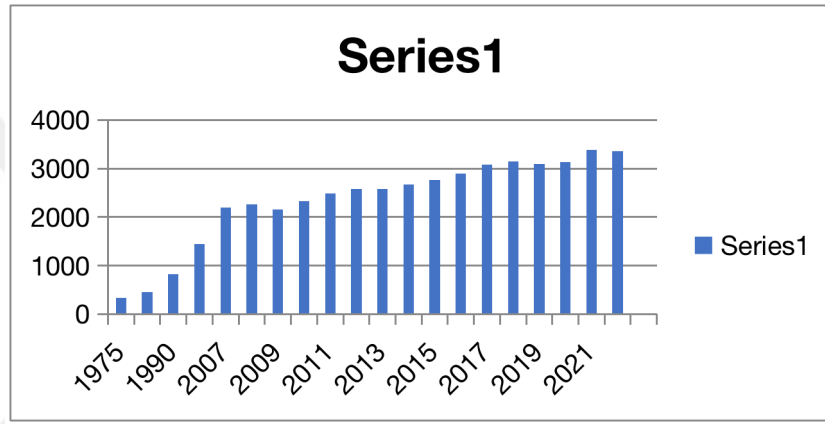
Tablo 2.10. Ülkelerin Üretim ve Tüketim Karşılaştırılması

Ülke	Kurulu Güç (GW)	Brüt Üretim (Gwh)	Kişi Başı Net Tüketim (Kwh)
Türkiye	99,80	334,7	3429
Almanya	242,00	588,3	6075
Kanada	153,20	643	14345
Fransa	141,90	555,3	6540
Danimarka	16,50	33	5758
Yunanistan	20,70	54,7	4780
İtalya	117,20	289,1	5079
Japonya	304,30	1049,9	7486
Kore	143,90	611,8	10751

Meksika	105,30	379,7	2571
Polonya	52,80	179,6	4157
İspanya	111,00	274,3	4960
ABD	1180,30	4374,7	11977

*Kaynak: TEİAŞ, 2023

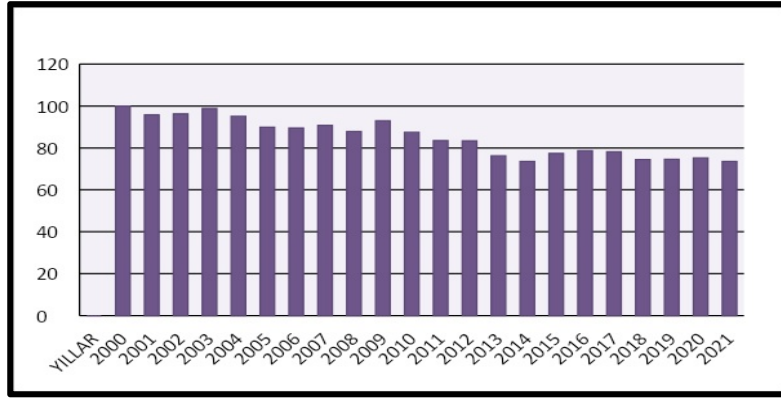
Yukarıdaki Tablo 2.10.'da bazı OECD ülkelerinin kurulu güç, brüt üretim ve kişi başı tüketim değerleri Türkiye'yi diğer ülkeler ile karşılaştırmak için verilmiştir.



Şekil 2.13. Kişi Başı Enerji Tüketimi (kWh) (1976-2022)

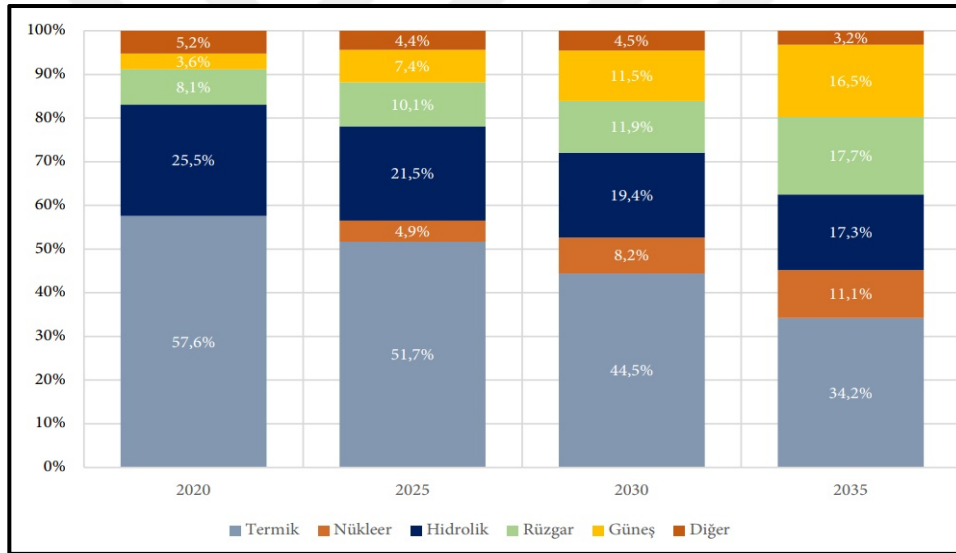
Yukarıdaki Şekil 2.13.'te kişi başı enerji tüketimi dolayısıyla talebi artmaya devam artmaya devam ettiği görülmektedir.

Enerji verimliliği sürdürülebilir enerji politikasının ana unsurlarındandır. Enerji verimliliği yaşam ve üretimde faaliyetlerini mümkün olan en az enerji kullanımıyla gerçekleştirmek olarak tanımlanmaktadır. Fosil yakıtlara alternatif olan yenilenebilir enerjilerin aralıklı çalışmaları sorunu nedeniyle enerji verimliliği önem taşımakta, en ucuz yenilenebilir enerji olarak tanımlanmaktadır (Çağman ve ark., 2023, s. 26). Enerji verimliliğinin ölçüsü olan enerji yoğunluğunu (milli gelir başına tüketilen enerji) azaltmak ileri teknoloji ve katma değer ile olabilir. Aşağıdaki grafikte yıllar içinde enerji yoğunluğunun düşüşü görülmektedir.



Şekil 2.14. Enerji Yoğunluğu Değişimi (2000-2021)

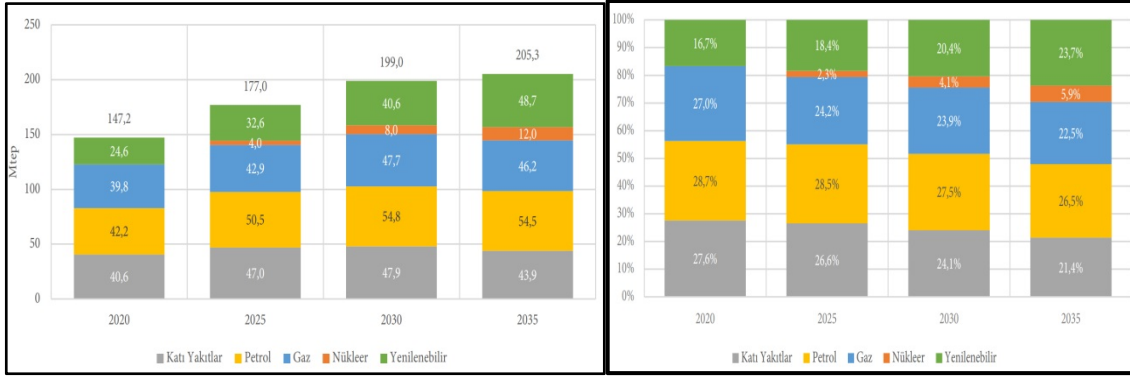
Şekil 2.14.'te enerji yoğunluğundaki düşüş 2000-2021 yılları arasında görülmektedir. 2000 yılına 100 değeri verilince 2022 yılında 80'in altına gerilemiştir. Enerji verimliliği artışı göstermektedir.



Şekil 2.15. Türkiye Kaynaklara Göre Elektrik Üretimi

*Kaynak: T.C.12.Kalkınma Planı, 2023

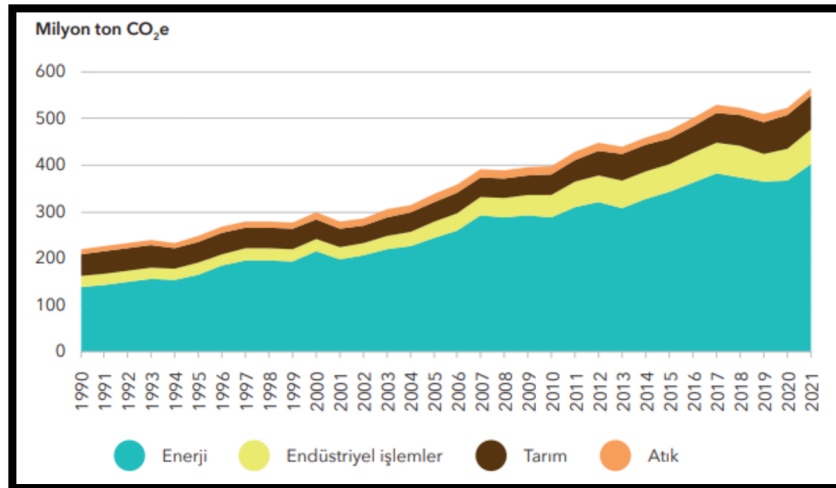
Şekil 2.15.'te 2020 yılında termik elektrik üretimi %57,6 iken azalmaya devam ederek 2035 yılında %34,2'e düşmesi öngörülmektedir. Nükleer enerji santralleri devreye girdiğinde 2025'te payı %4,9 olacaktır. Rüzgâr 2020'de %8,1 paya sahipken 2035'te %17,7'e yükselecektir. Güneş enerjisinden elektrik üretimi de artarak devam edecek, 2020 yılında %3,6 iken 2035'te %16,5'a ulaşacaktır. Hidrolik kaynaklardan elektrik üretimi azalmaya devam edecektir.



Şekil 2.16. Türkiye Enerji Kaynakları Gelecek Senaryosu

*Kaynak: T.C.12.Kalkınma Planı, 2023

Şekil 2.16.'daki gelecek senaryosunda 2020 yılında 24,6 Mtep olan yenilenebilir enerji %16,7 oranından, 2025 yılında 32,6 Mtep olarak %18,4 oranına yükselmesi öngörülmektedir. Nükleer enerji 2025 yılında 4 Mtep, 2035 yılında 12 Mtep olacaktır. Oran olarak nükleer enerjinin birincil enerji tüketiminde 2025 yılında %2,3 iken 2035 yılında %5,9'a yükselecektir. Petrolün Mtep olarak yükselmesi öngörülmekte olsa da yüzde olarak payı 2020 yılında %28,7 iken 2025 yılında %26,5'a düşecektir. Doğal gazın payı 2020 yılında 42,2 Mtep'ten 2035 yılında 54,5 Mtep'e yükselmiş olmasına karşın 2020 yılında payı %27'den 2035 yılında %22,5'e gerileyecektir. Şekil 2.17.'deki değerlere göre Türkiye'nin 2021 yılında toplam sera gazı salınımı 564,4 Mt CO₂ olarak gerçekleşmiş ve 1990 yılına göre 2,5 kat artmıştır.



Şekil 2.17. Türkiye'nin 1990-2021 Yılları Arasında Toplam Sera Gazı Salınımı

*Kaynak: Shura, 2023, s. 16

Dünya ve Türkiye enerji görünümünü karşılaştırıldığında şu değerlendirmeleri yapmak mümkündür. Türkiye toplam enerji arzında yaklaşık 7 EJ'e yakın olmak üzere dünyada %1'in biraz üzerindedir. Bu oran Türkiye'nin karbon salınımında dünyadaki payı olan %1'in biraz üstü seviye ile paraleldir. Küresel elektrik talebi 2024 sonu itibariyle yaklaşık 30.000 TWh, Türkiye'nin ise 350 TWh olmak üzere dünyanın %1'inin biraz üzerindedir.

Fosil yakıtlar toplam arzında Türkiye dünya ile karşılaştırıldığında petrol ve doğal gazda paralel, kömürde daha düşük yüzdeye sahiptir. Toplam yenilenebilir enerji kapasitesinde yıllar içinde Türkiye dünyada %1,5-%1,7 arasında paya sahip olmuştur. Yenilenebilir enerjiden elektrik üretimi 2023 sonu itibariyle dünyada %39 olurken Türkiye'de daha yüksek olan %49,5'a çıkmıştır. Dünyada fosil yakıtlardan elektrik üretiminde kömürden elektrik üretimi %35 iken Türkiye'de %36, gaz dünyada %21,4 iken Türkiye'de %22 ile yaklaşık aynı seviyelerde olmuştur.

Nükleer enerjiden elektrik üretimi dünyada ortalama %10 seviyesindedir. Türkiye Akkuyu NGS her biri 120 MW kapasitede 4 adet reaktörün toplam elektrik üretimi 35 milyar kWh olacak iken Türkiye'nin toplam elektrik tüketimi 2024 sonu itibariyle 350 milyar KW saat olacaktır. Önümüzdeki yıllarda devreye alınması durumunda dünya ile paralel oranda pay olması beklenmektedir. Türkiye 2022 yılı itibariyle enerjide karbon salınımında dünyada %1,19'luk paya sahiptir (IEA, 2023). Gelişmişliğin önemli göstergesi olan kişi başı tüketimimiz artmasında rağmen OECD ülkelerinin en alt sıralarındadır.



3. NÜKLEER ENERJİ

Bu bölümde ilk olarak nükleer enerjinin ne olduğu, önemi, nükleer enerji santrallerinin nasıl çalıştığı, dünyada hangi ülkelerde tesis edilmiş olduğu ve yapılmasının planlandığı verilecektir. Daha sonra ülkeler tarafından neden tercih edildiği ya da bazı ülkelerin kullanmayı neden bıraktığı konuları açıklanacaktır.

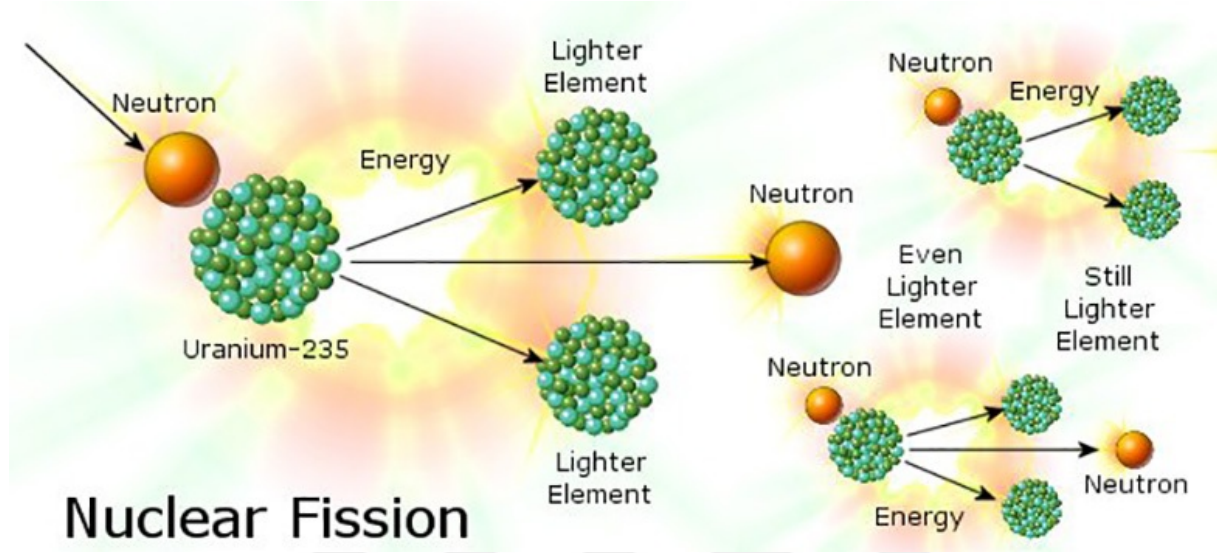
3.1. Nükleer Enerji ve Nükleer Santrallerin Çalışma Prensipleri

Dünyanın ilk nükleer enerji santrali 1954'te Moskova'da faaliyete geçmiştir. Sonraki on yıllarda dünya çapında yüzlerce nükleer reaktör inşa edilmiştir. ABD, Fransa, SSCB ve Çin öncülük ederek bugünkü küresel nükleer enerji santrallerinin önemli kısmını oluşturmuşlardır. Günümüzde faaliyet gösteren nükleer reaktörlerin büyük çoğunluğu 1970'ler ve 1980'lerde inşa edildi ve küresel ortalama reaktör yaşı yaklaşık 32 yıldır (Schernikau, 2024, s. 18).

1970'lerde ortaya çıkan küresel petrol krizi enerji güvenliğini bir sorun olarak uluslararası ilişkilerin gündemine taşımıştır ve nükleer enerji ön plana çıkmıştır. Her ne kadar nükleer silahlar ile ilgili soğuk savaş süreci olsa da, bu doğrultuda 1980'lerin sonlarına kadar birçok nükleer tesis devreye girmiştir. Çernobil kazası ve doğal gazın devreye girmesiyle nükleer güç santrallerine yönelik ilgi azalmaya başlamıştır. Sonrasında rüzgâr, güneş gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının da üretime dâhil edilmesi nükleer enerji yatırımlarını azaltan bir diğer faktör olmuştur. Özellikle kamuoyunda temiz ve çevreye tehdit oluşturmayan enerji kaynaklarının hükümetler üzerinde giderek bir baskı oluşturması nükleer enerjiye yönelik politika değişikliklerine neden olmaktadır. Ancak bu politikanın daha çok toplam enerji üretiminde yenilenebilir enerji payının yüksek olduğu ülkelerde olduğu göz ardı edilmemelidir. Diğer taraftan Paris iklim anlaşmasının ortaya koyduğu hedefleri tutturmakta zorlanabilecek ülkeler nükleer enerjiyi de kullanmayı tercih etmektedirler. Çünkü nükleer santraller verimli, yüksek kapasitede çalışma, dış koşullara bağlı olmaması ve sera gazları salınımının olmaması nedeniyle tercih edilmektedir (Midilli, 2022, s. 310).

Nükleer enerji santrallerinde fisyon denen atomun parçalanması sonucu ortaya çıkan enerji kullanılmaktadır. Nükleer fisyonunda büyük bir atomun çekirdeğinin nötronlar tarafından bölünmesi sonucu açığa çıkan diğer nötronlar da başka atomun bölünmesine sebep verirler. Bu sürecin devam etmesi için sürekli bölünebilir atomlar sağlanırsa süreç kendiliğinden devam edecek ve zincirleme reaksiyon başlayacaktır (Özil ve diğ., 2013, s. 101). Uranyum elementi zenginleştirilerek bu fisyon işlemi kontrollü zincirleme reaksiyon ile yapılmaktadır. Zincirleme reaksiyon nükleer reaktöre konan kontrol çubuklarının yükseltilmesi ve

alçaltılması ile kontrol edilmektedir (Bundle, 2024, ss. 59-62). Nükleer füzyonda ise iki hafif çekirdek ağır ve kuvvetli bağa sahip bir çekirdek olmak üzere birleştirilirse, bağlanma enerjisindeki fark bir büyük bir enerji meydana getirecektir. Hafif çekirdeklerin sayısı doğada ağır çekirdeklerden fazla olduğundan füzyon teknolojisinin gelecekte önemli bir seçenek olacağı beklenmektedir (Yılmaz, 2022, s. 307).



Şekil 3.1. Nükleer Fisyon Süreci

*Kaynak: Atakan, 2024, s. 15

Şekil 3.1.'de görüldüğü gibi, uranyum atom çekirdeği bir nötronla bölününce ortaya iki başka atom çekirdeği, nötronlar ve büyük bir enerji ortaya çıkmaktadır. Aşağıdaki Tablo 3.1.'te görüldüğü üzere yakıt türüne göre uranyum-235'in kalorifik değerinden bu büyük enerji hakkında bilgi edinilebilir. Ayrıca bir otomobile yakıt olarak 0,1 kg U-235 konulursa teorik hesaplamayla yaklaşık 100 yıldan fazla yakıt konulmadan sürülebilir (Çengel ve Boles, 2008, s. 57).

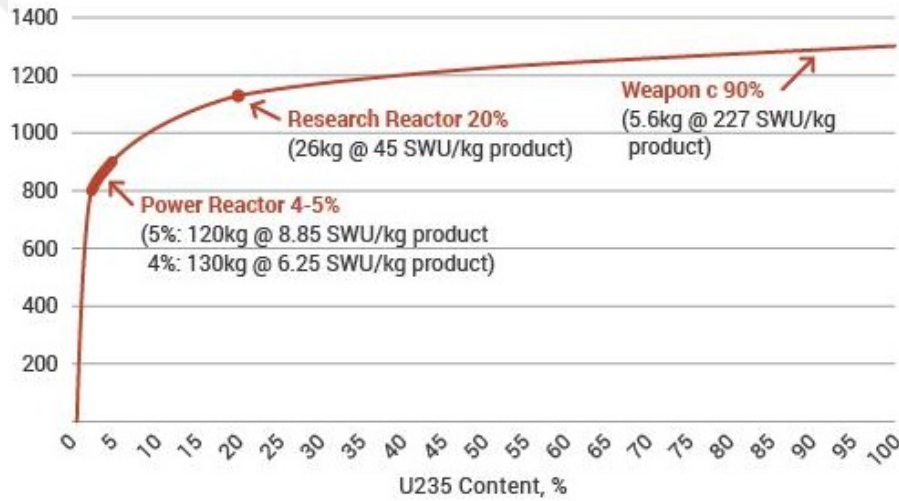
Tablo 3.1. Yakıtların Kalorifik Değerleri

Yakıt Türü	Isıl Enerji (kWh/kg)
Linyit	2,8
Fuel oil	12,5
Doğal gaz	10,8
LPG	13,8
Benzin	13,0

Dizel	12,9
Hidrojen	39,4
Uranyum 235	22.800.000

*Kaynak: Özil ve diğ., 2013, s. 94

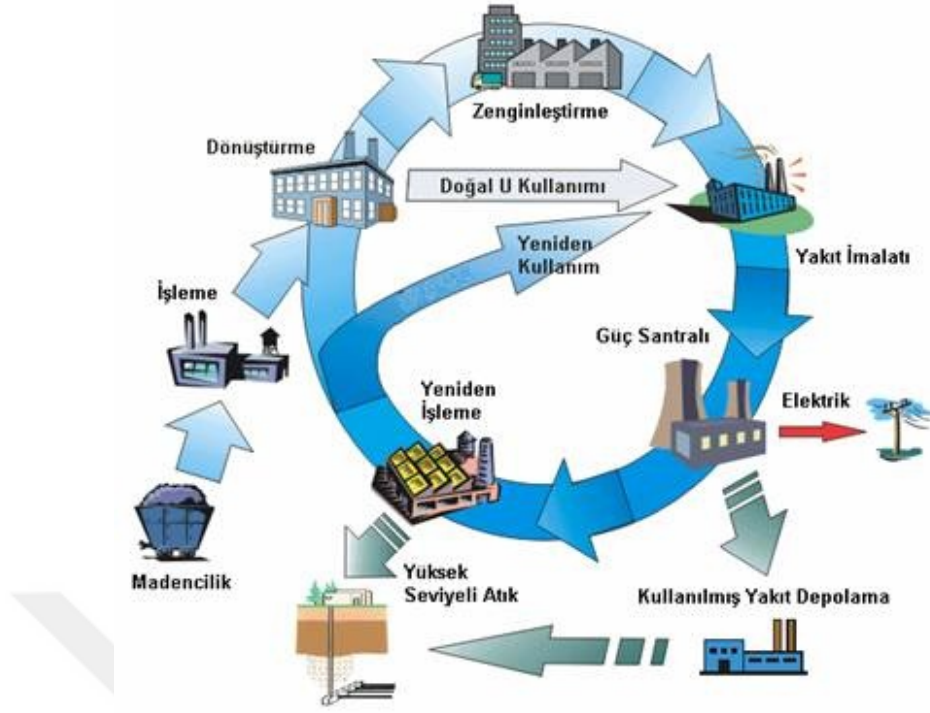
Aşağıda Şekilde 3.2.'de görüldüğü gibi uranyum kullanım amacına göre nükleer güç reaktörleri için %4-5, eğitim reaktörleri için %20 ve nükleer silahlar için %90 olmak üzere değişik oranda zenginleştirme işlemine tabi tutulur. Rusya'nın Rosatom şirketi 4 uranyum zenginleştirme tesisi ile dünya üretiminde yaklaşık %45 ile ilk sıradadır (WNA, 2024). Ayrıca nükleer enerjideki uranyum zincirleme reaksiyon kontrol edilirken nükleer silahlarda edilmez. Zenginleştirme yüzdesindeki büyük fark ve reaksiyon kontrolü nedeniyle nükleer santraldeki uranyum nükleer silahlardaki gibi patlamaya uğratılamaz.



Şekil 3.2. Uranyum Zenginleştirme Yüzdeleri

*Kaynak: WNA, 2024

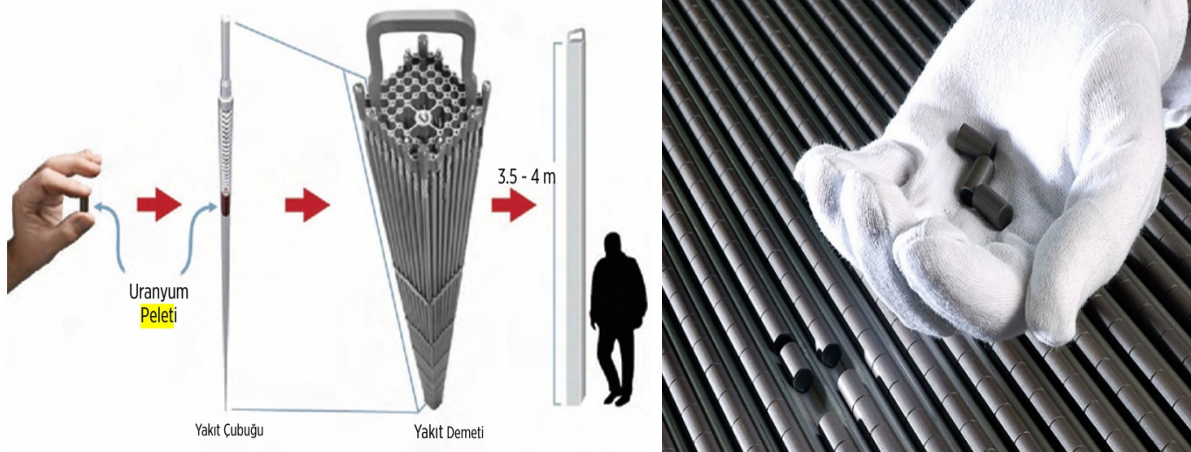
Uranyum madenden çıkarılıp öğütme, rafine etme, kimyasal süreç sonunda zenginleştirilip yakıt peleti haline getirilerek kullanılır (Özil ve diğ., 2013, s. 113). Şekil 3.3.'de uranyum döngüsünde; uranyum ilk önce madenden kimyasal özel işlemler ile çıkarılıp tesise getirilip işlenmektedir (TENMAK, 2024). Daha sonra yine kimyasal süreçler ile dönüştürülüp zenginleştirilir. Yakıt imalatı tesislerinde nükleer güç santralinde kullanılacak yakıt peleti, çubuğu ve demeti haline getirilmektedir. Nükleer güç santralden çıkan kullanılmış yakıtın bir kısmı yeniden işlenerek kullanılabilir, kullanılmayan kısmı ise özel bölgelerde yer altında depolanmaktadır.



Şekil 3.3. Uranyum Döngüsü

*Kaynak: TENMAK, 2024

Aşağıda Şekil 3.4.'te görüldüğü üzere silindir şeklinde uranyum yakıt peleti veya topakları sırayla dizilerek bir yakıt çubuğu oluşturulmakta, yaklaşık 200 adet yakıt çubuğu yakıt elementi oluşturmakta, nükleer reaktör çekirdeğinde 180 element monte edilerek basınç kabına konmaktadır. Bir adet yakıt peletinin insan elindeki görünüşü bu malzeme hakkında fikir vermektedir.



Şekil 3.4. Reaktör Yakıt Yapısı ve Yakıt Peleti

*Kaynak: TESAB, 2021, s. 53; U.S.NRC, 2024

Nükleer yakıtın yüzlerce en küçük parçasından biri olan yaklaşık 6 gr ağırlıktaki pelet yaklaşık 1 ton kömür, yarım ton petrol ve 500 metreküp doğal gazı eşdeğer enerji üretir (Köroğlu, 2022, s. 76).

Tablo 3.2.'deki gibi nükleer güç santralleri nükleer yakıtı göre doğal ve zenginleştirilmiş reaktörler, yavaşlatıcı yapısına göre ağır sulu, hafif sulu, grafik çubuk ve soğutucu çeşidine göre hafif sulu, ağır sulu, gaz ve sıvı soğutmalı ve nötron kaynaklarına göre termal ve hızlı nötronlu olarak sınıflandırılır. Nükleer reaktörlerin elektrik üretimi haricinde bölgesel ısıtma, tuzdan arındırma veya endüstriyel proses ısısı için kullanılma amacı bulunmaktadır (Bowen, 2023, s. 4).

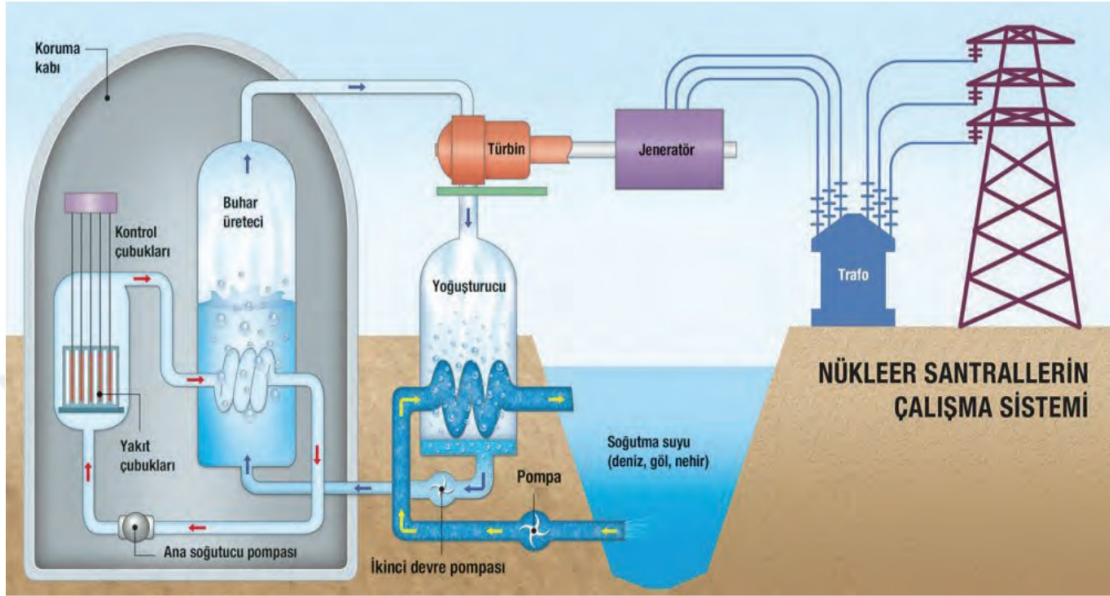
Tablo 3.2. Elektrik Üreten Nükleer Reaktör Çeşitleri

Reaktörler
Kaynar su reaktörleri
Ağır su reaktörleri
Hafif su grafit reaktörler
Gaz-grafit reaktörler
Hızlı su reaktörleri
Askeri reaktörler (denizaltı, uçak gemileri)
Uzay reaktörleri

*Kaynak: Midilli, 2022, s. 311

Bir nükleer santralin kalbini reaktör çekirdek bölgesi, yakıt, kontrol çubukları, yavaşlatıcı, soğutucu sistemlerinin bulunduğu nükleer reaktör oluşturmaktadır. Kontrol çubuklarının görevi fisyon sürecinde açığa çıkan nötronları emmek böylece aşırı fisyon sürecini kontrol etmektir. Böylece reaktör çekirdeğindeki zincirleme reaksiyon, kontrol çubuklarını yüksekliği ayarlanarak kontrol sağlanabilir veya tamamen durdurulabilir. Nükleer fisyon sürecinde bazı nötronların enerjileri çok yüksek olabilir ve bunların yavaşlatılması gereklidir. Yavaşlatıcı (moderatör) bu işi yapmaktadır, aynı zamanda soğutucu olarak da kullanılır. Soğutucular, çekirdekte üretilen ısı enerjisi dışarıya çıkarmak ve soğutmak için kullanılan su, ağır su, gazlar, metallerden oluşmaktadır. Nükleer enerji üretim tesisinin diğer sistemleri yakıt yenileme tesisi, kullanılmış yakıt havuzu, reaktör koruma sistemleri, nükleer güvenlik sistemleri, acil durum çekirdek soğutma sistemi, reaktör binası, radyoaktif atık sistemi bileşenleridir (Özil ve diğ., 2013, s. 114). Ayrıca nükleer reaktör bölgesinin dışında bulunan

termal güç santrallerinde de bulunan ekipmanlar ve sistemler bulunmaktadır. Bunlar santralin çalışmasını sağlayan elektrik ve mekanik sistemler (BOP- balance of plant), ölçü-kontrol sistemleri, üretilen elektriğin şebekeye sevk edilmesini sağlayan yüksek gerilim sistemlerinden oluşur.

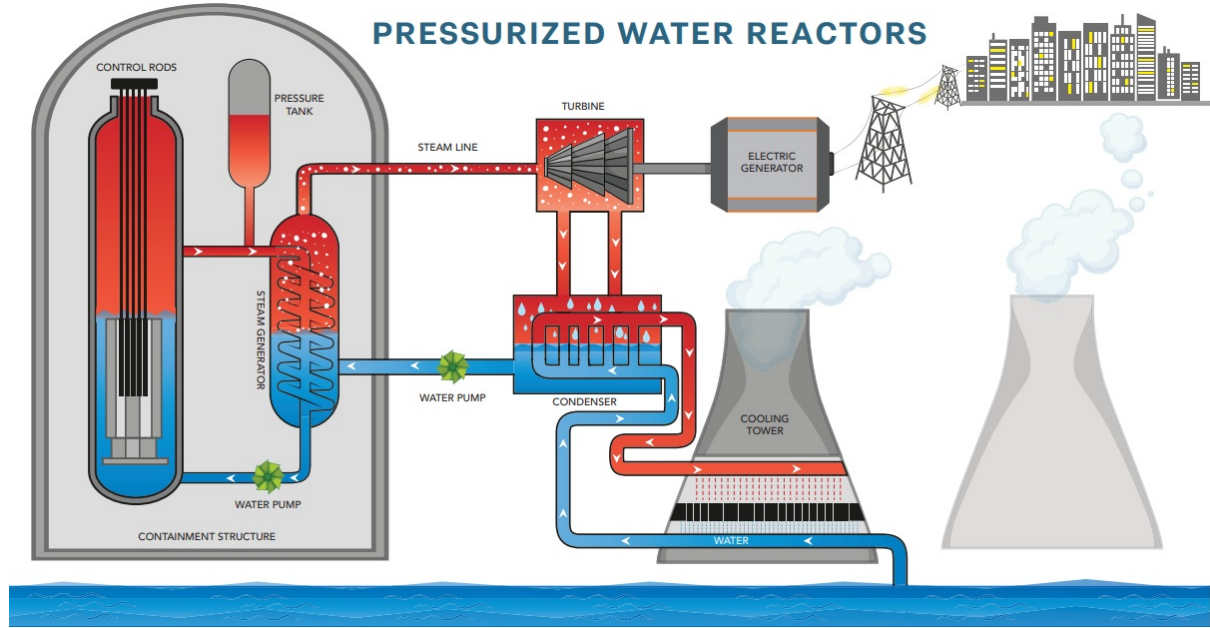


Şekil 3.5. Nükleer Santral Çalışma Sistemi

*Kaynak: Konukbay, 2018, s. 85

Şekil 3.5.'te bir nükleer güç santrali çalışma sistemi şeması görülmektedir. Reaktördeki uranyum, zincirleme fisyon reaksiyonları sonucu çok büyük bir ısı enerjisi açığa çıkarır. Yakıt, kontrol çubukları vasıtasıyla yükseltip alçaltılarak reaksiyon kontrolü dolayısıyla enerjini kontrolü yapılmaktadır. Bu ısı enerjisi reaktör tankına giren su tarafından alınarak buhar halinde koruma kabından çıkar ve bu çevrim sürekli olur. Koruma kabı dışındaki kısmın çalışması diğer doğal gaz, kömür ile çalışan termik santraller ile aynı prensibe dayanır. Elde edilmiş olan buhar enerjisi türbine sevk edilerek türbini kanatları vasıtasıyla döndürür ve mekanik enerjiye dönüşür. Bu dönme hareketinde türbine bağlı jeneratörün sargıları gerilim üretir dolayısıyla şebeke bağlantısı yapılırken akım akmaya başlar, yani elektrik enerjisi elde edilmiş olur. Trafolar vasıtasıyla gerilim yükseltilir ve yüksek gerilim hattında taşınmak üzere şebekeye yani santral dışına ulusal enterkonekte sisteme iletilmiş olur. Buhar türbininde iş yapmış olan buhar deniz veya nehirden gelen suyla buluşturularak ısısı düşürülüp yoğunlaşması sağlanır ve yine çevrim içinde reaktör kabına buharlaşması için gönderilir. Bu toplam çevrim sürekli devam eder ve yakıtın yaklaşık 18 ay değişmesi gerekmez.

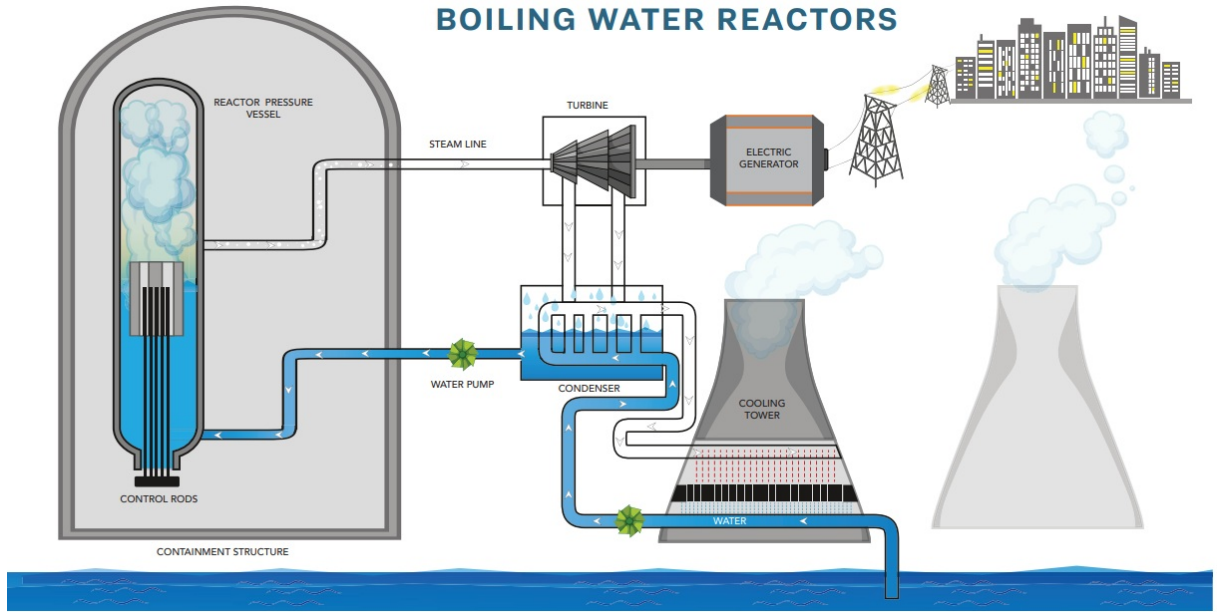
Dünyada kullanılan 400'den fazla reaktörün büyük çoğunluğu basınçlı su ve kaynar sulu olduğundan bu iki tip üzerine bilgiler verilecektir. Basınçlı su reaktörleri (PWR- pressurized water reaktor) ABD, Fransa, Rusya, Japonya, Çin ve Kore'de 310 adettir ve toplam 296,5 GW gücündedir (WNA, 2024). Kaynar sulu reaktörler (BWR-Boiling Water Reactor) ABD, Japonya ve İsveç'te 60 adet işletmede olup toplam kurulu güçleri 60,9 GW'tır. Basınçlı ağır su reaktörleri ise 48 adet olmak üzere 25 GW kurulu güçtedir (WNA, 2024).



Şekil 3.6. Basınçlı Su Reaktörü

*Kaynak: U.S.Deapartment of Energy, 2023, s. 4

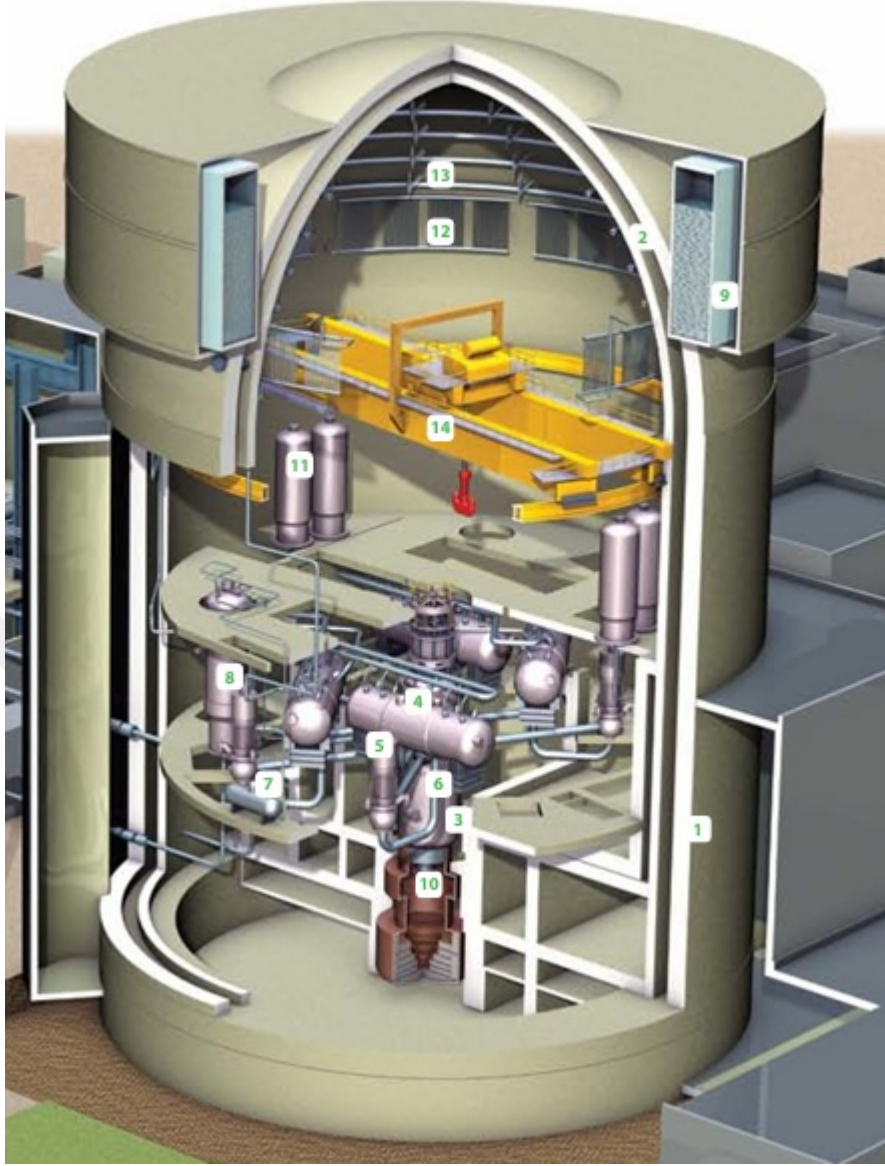
Şekil 3.6.'da dünyada çoğunlukla kullanılan basınçlı su reaktöründe, reaktöre su yüksek basınç altında kaynamaması için verilir. Buhar jeneratöründe buhar, ısı değiştirici sistemleri vasıtasıyla üretilerek türbine gönderilir. Diğer reaktör tiplerine göre işletmesi kolay olmasına rağmen yüksek basınçta çalışma nedeniyle ekipmanların yüksek basınca dayanıklı olması gereklidir bu da maliyeti artırmaktadır (Terzioğlu, 2020, s. 56). Türkiye Akkuyu NGS'de basınçlı su reaktörleri kullanılmaktadır.



Şekil 3.7. Kaynar Su Reaktörü

*Kaynak: U.S.Deapartment of Energy, 2023, s. 4

Şekil 3.7.'deki kaynar su reaktörlerinde ise reaktör basınç kabında suyun kaynamasına izin verilerek doğrudan buhar türbinine buharın sevk edilmesi gerçekleştirilir. Bu reaktör tipinde basınçlı su reaktörlerinin tersine daha düşük basınç ve daha yüksek sıcaklıkta çalışma durumu bulunmaktadır. Düşük basınç ve ısı aktarım ekipmanlarının olmaması avantajdır. Ancak kullanılan su radyoaktivite taşımaktadır ve sürekli ölçüm ve kontrolü gereklidir (Terzioğlu, 2020, s. 57).



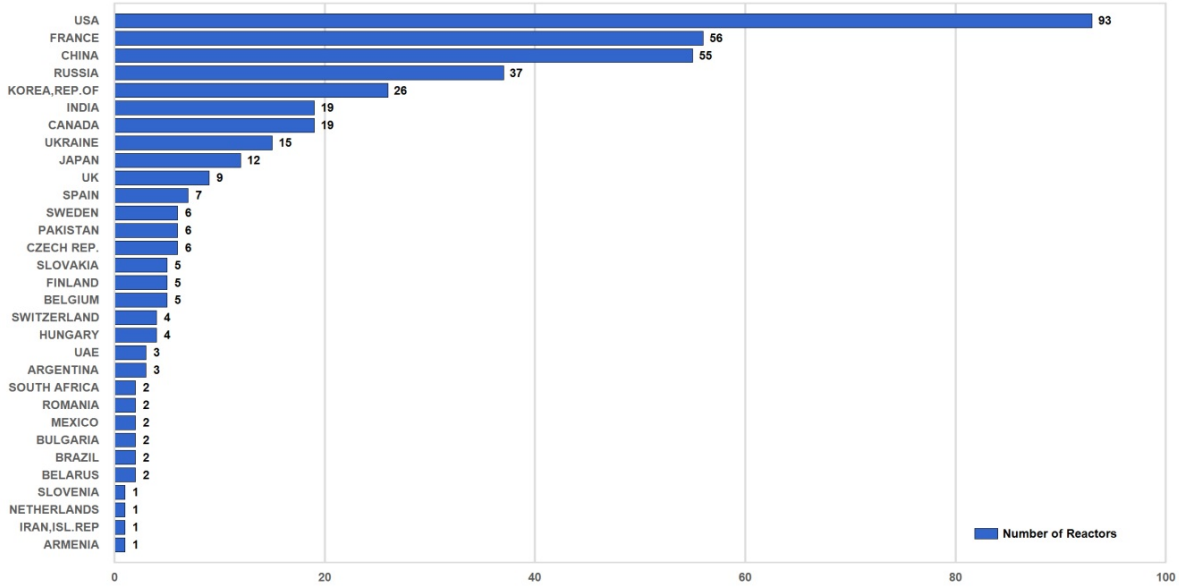
Şekil 3.8. AES-2006 (VVER-1200) Reaktörü

*Kaynak: Rosatom, 2024

Şekil 3.8.'de Rus yapımı Akkuyu NGS'de kullanılacak 1 numara ile reaktör binası görülmektedir. Başlıca ekipmanlar; reaktör tankı 3, buhar jeneratörü 4, reaktör soğutucu pompası 5, basınçlandırıcı 8, pasif ısı giderme tankı 9, kor yakalama 10, acil durum çekirdek soğutma sistemi 11 numara ile gösterilmektedir (Rosatom, 2024).

3.2. Dünyada Nükleer Güç Santralleri

Bu bölümde dünyada işletmede ve yapım aşamasında olan santraller hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca nükleer enerji kurulu gücünün tarihsel gelişimi ve ülkelerin enerji karmalarında nükleer enerjinin payı gösterilmiştir.



Şekil 3.9. Dünyada Ülkelere Göre İşletmede Olan Nükleer Reaktör Sayısı

*Kaynak: IAEA, 2024, s. 89

Şekil 3.9.'da dünyada 2023 sonu itibariyle işletmede olan nükleer reaktör sayısı ülkelere göre verilmiştir. En fazla sayıda 91 reaktör ile ABD, ikinci sırada 56 reaktör ile Çin, üçüncü sırada 55 reaktör ile Fransa, dördüncü sırada 37 reaktör ile Rusya gelmektedir. Türkiye'ye komşu ülkelerden Bulgaristan 2, Ermenistan 1 ve İran 1 adet reaktöre sahiptir.

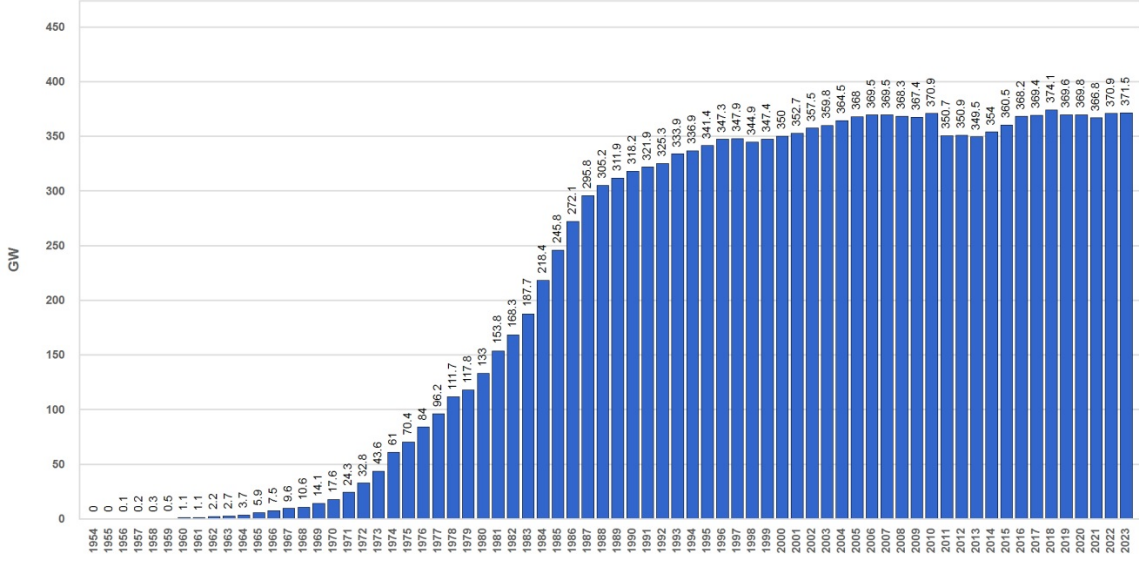
Aşağıda Tablo 3.3.'te yapım aşamasındaki reaktörler görülmektedir.

Tablo 3.3. Dünyada Yapım Aşamasında Olan Reaktörler

Ülke	Çin	Hindistan	Türkiye	Japonya	Bangladeş	ABD	BAE	Slovakya	İran	Fransa	Brezilya	Arjantin
Reaktör	24	8	4	2	2	1	1	1	1	1	1	1

*Kaynak: IAEA, 2024, s. 90

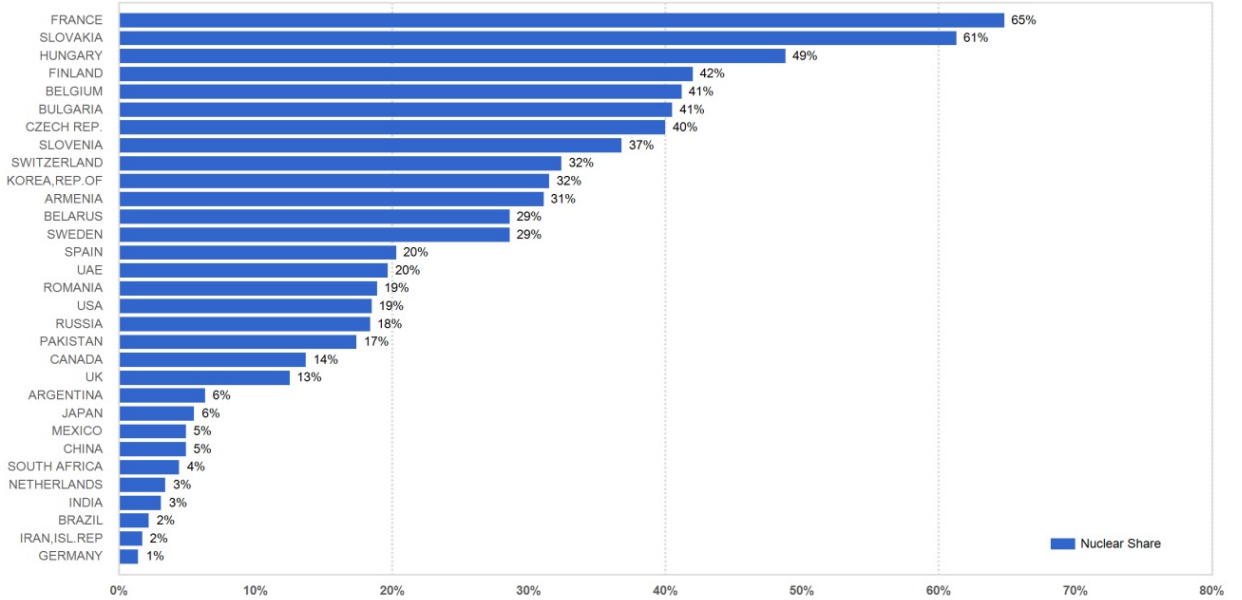
En fazla Çin 24 reaktör ve Hindistan 8 reaktör ile önde gelmektedir. Türkiye ise 4 reaktör ile üçüncü sıradadır. Türkiye Akkuyu NGS ile hem ülke tarihinin tek kalemde en büyük projesine hem de dünyada nükleer santral inşa edilen en büyük şantiyelerden birine sahiptir.



Şekil 3.10. Dünya Nükleer Santral Kurulu Gücünün Tarihsel Gelişimi

*Kaynak: IAEA, 2024, s. 91

Şekil 3.10.'da dünyadaki nükleer gücün tarihsel gelişimi görülmektedir. 1960'lerde başlayan süreç 1970'lerdeki petrol krizi ile hızlanmış ve on yıl sonunda 100 GW kurulu güç değerini aşmış, hızlı yükseliş devam etmiş 1980'li yıllar sonuna doğru 300 MW değerini aşmıştır. Son yıllarda 400 GW değerine yakın seyretmektedir.



Şekil 3.11. Ülkelerin Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı

*Kaynak: IAEA, 2024, s. 85

Şekil 3.11.'de ülkelerin nükleer enerjinin tüm elektrik üretimlerindeki yüzde payları görülmektedir. Fransa elektrik üretimini en çok nükleer enerjiden sağlamaktadır ve bu %65'e karşılık gelmektedir. Elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı Kore %32, ABD %19, Çin %5 olarak gerçekleşmiştir (IAEA, 2024, s. 85). Avrupa'nın en büyük nükleer gücü Fransa, Rusya-Ukrayna Savaşı nedeniyle enerji krizinden etkilenmemiştir ve nükleer enerji yatırımlarını artırarak bu durumu fırsata çevirmeyi planlamaktadır (Anadolu Ajansı, 2022). Son sırada bulunan Almanya Fukushima kazası sonrası nükleer enerjiyi terketmeye karar vermiştir ve günümüzde tamamen nükleer santralleri devre dışı bırakmıştır. 2023 sonu itibarıyla 377,8 GW kapasiteye sahip 418 reaktör faaliyette olmuştur. Toplam üretim 2552,07 TWh olmuş ve en büyük miktar ABD'de 779,2 TWh ile ve %31 oran ile gerçekleşmiştir. Ardından 406,5 TWh %16 ile Çin ve 323,8 TWh %13 ile Fransa takip etmiştir (IAEA, 2024, s. 2). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansında (COP28) iklim zirvelerinin başladığı 1995 yılından bu yana ilk kez, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ni (UNFCCC) imzalayan 198 ülke, hızlı karbonsuzlaştırmayı sağlamaya yardımcı olmak için nükleer enerji de düşük salımlı teknolojilere katmıştır. Bu nükleer enerji için tarihidir. IAEA'nın yıllık nükleer enerji görünümü yüksek durum tahmini, mevcut kurulu nükleer kapasitenin SMR (küçük nükleer reaktörler) ile birlikte 2050 yılına kadar iki kattan fazla artacağını öngörmektedir (IAEA, 2024).

3.3. Ülkelerin Nükleer Enerjiyi Tercih Etmelerinin ve Vazgeçmelerinin Nedenleri

Nükleer enerjinin kapasite oranı yüksektir, yani belli zamanda yüksek miktarda enerji üretebilirler. İşletilirken sıcaklık, güneş, rüzgar, fırtına gibi çevresel koşullardan koşullardan etkilenmezler. Böylece büyük şehirler ve sanayi bölgeleri için sürekli enerji sağlanmış olur. Fosil yakıtlar ile karşılaştırıldığında karbon salınımı düşüktür. Bu da çevre kirliliğini azaltmaya ve küresel ısınmayı engellemeye yardımcı olur. Enerji güvenliğine ve çeşitliliğine katkı sağlar, ülkeler dışa bağımlılığı düşük olarak kendi enerjilerini üretebilirler. İlk yatırım maliyetleri yüksek olsa da işletme maliyetlerinin düşüklüğü, işletme süresinin çok uzun olması ekonomik avantaj sağlar. Kömür santrallerinde yakıtın kalitesine, doğalgaz santralleri gibi yakıt tedarikine bağlı olmadığı için elektrik üretiminde süreklilik sağlar (Belen, 2015, s. 103). Nükleer tesislerde sera gazı salınımları oldukça düşük iken su tüketimi çok yüksek miktarlara ulaşmaktadır. Kullanılan suyun doğaya etkisini minimum düzeyde tutulması için kapalı devre sistemler uygun olabilecektir (Kuzka, 2015, ss. 31-32). Ülkelerin yanında dünyanın en önemli teknoloji şirketleri yapay zekâ ile artan enerji ihtiyaçları için kesintisiz, güvenilir ve karbon salınımı düşük olması nedeniyle kendi enerjilerini üretmek için nükleer

enerji santrali kurma planlamaları yapmaktadırlar. Örneğin Microsoft yapay zekâ operasyonlarını desteklemek için daha önce kapalı olan Three Mile Island nükleer reaktörünü 2028 yılında yeniden işletmeye almayı planlamaktadır (The Guardian, 2024).

Ülkelerin nükleer enerjiye yönelme amaçlarındaki temel hedefler iklim değişikliği, enerji güvenliği ve dış ilişkilerle ilgilidir. İklim değişikliği için sürekli olarak daha düşük karbon salınımları elde etmek veya belirli bir tarihe kadar net sıfır hedefine ulaşmaktır. Enerji güvenliği konusunda fosil yakıtlar ithalata dayalıdır. Ülkelere göre dış ilişkilerle ilgili motivasyonlar nükleer enerjiden üretilen elektriğin finansal kazanımları için kullanılması, müşteriler üzerinde nüfuz kazanmak ve teknolojik ilerleme yoluyla uluslararası prestij kazanmak yer almaktadır (Davis, 2022, s. 3). Ülkelerin nükleer enerjiyi kullanma amaçlarına göre iklim değişikliği, enerji güvenliği, dış ilişkiler, ihracat, nüfuz ve prestij sınıflandırması yapılabilir (Davis, 2022, s. 3). Türkiye nükleer enerjiyi; enerji güvenliği, dış ilişkilerde kullanma ve prestij sağlama amacıyla kullanmak istemektedir.

Devletler genellikle, nükleer enerjide ileri düzeyde olduğu düşünülen tedarikçilerle ilişki kurarak ve iş birliği yaparak kazanabilecekleri uluslararası prestijlerini artırmak amacıyla sivil nükleer teknolojileri benimseme motivasyonuna sahiptirler. Türkiye, şu anda Rusya'nın Rosatom şirketi tarafından inşaatı devam eden Akkuyu NGS ile, nükleer enerji ülkeleri ligine girmeyi ve nükleer güce sahip ülkeler arasında yer almayı hedeflemektedir. Bu, Türk-Rus iş birliğinin sembolü olarak adlandırılan bir ortaklıktır (Davis, 2022, s. 18).

Bazı ülkeler Çernobil ve Fukushima kazaları nedeniyle güvenlik endişeleri duymaktadır. Çevre ve iklim konusunda artan duyarlılık nedeniyle rüzgâr, güneş, hidroelektrik gibi yenilenebilir enerjiler daha çok çevre dostu olarak görülmektedir. Doğal gaz bazı yerlerde makul fiyatlarda ulaşıldığından nükleer enerji yerine tercih edilmektedir. Politik ve sosyal baskılar nükleer enerjiden vazgeçilmesini getirebilmektedir.

Rusya, nükleer enerjiyi yeni benimseyen ülkelerde nüfuz ve mali fayda elde etmek için nükleer teknolojinin satışını stratejik bir araç olarak kullanmaktadır. Rusya'nın bu ülkelere çekici gelmesindeki temel faktör, kapsamlı tam paket yaklaşımıdır. Bu yaklaşım yalnızca nükleer enerji santrallerinin inşasını ve yakıt tedarikini içermemekte, aynı zamanda yerel profesyonellerin eğitilmesine, güvenlik sorunlarının ele alınmasına, burs programlarının yönetilmesine ve radyoaktif atıkların bertarafına kadar uzanmaktadır. Rusya'nın stratejisinin belki de en ikna edici yönü cazip finansman seçenekleridir. Bu tür mali düzenlemeler, Rusya'nın nükleer teknoloji tekliflerini özellikle nükleer enerji tesisleri inşa etmek isteyen

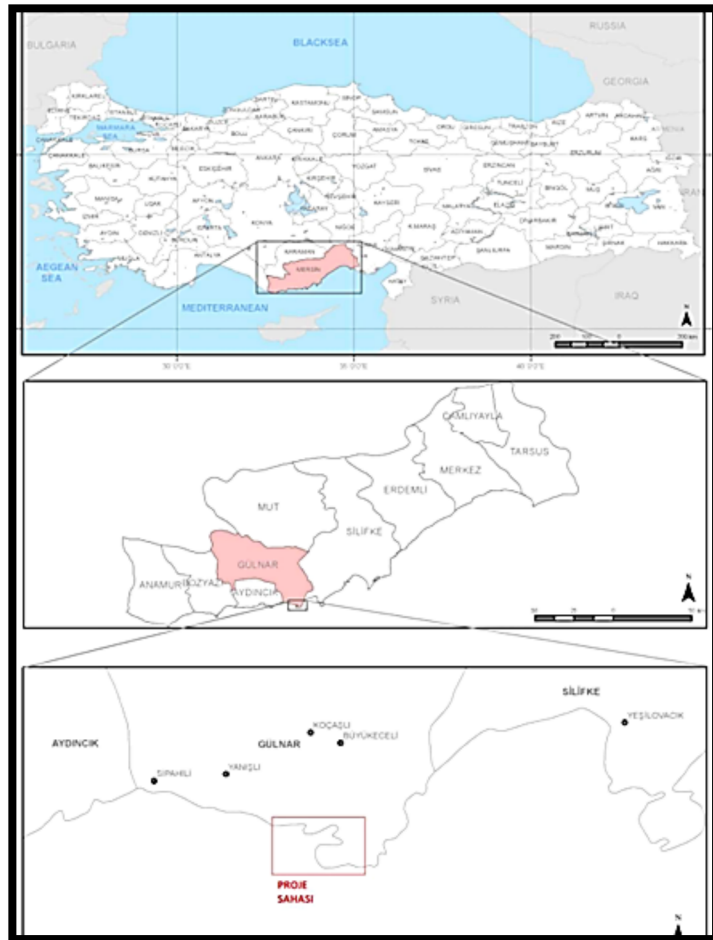
lkeler için cazip kılmaktadır (Davis, 2022, s. 16). Türkiye'nin de Rusya'ya doğal gaz, kömür konusunda bağımlılığına nükleer enerjiyi eklemesinin dezavantajına karşılık bu avantajlarının olması Akkuyu NGS yapım kararı almasında etkili olduğu görülmektedir.

3.4. Akkuyu Nükleer Güç Santrali

Bu bölümde Akkuyu NGS projesinin yeri, nükleer santral olarak yenilikleri, yapım-devreye-alma işletme süreçleri hakkında bilgi verilecektir. Santralde üretilecek elektriğin şebekeye nasıl verileceği açıklanacaktır. Daha sonra santral maliyet ve fayda analizi yapılacaktır. Son olarak Akkuyu NGS'nin Türkiye enerji güvenliğine katkısı ne ölçüde olacak açıklaması yapılmıştır.

3.4.1. Akkuyu Projesi Yapım Süreci

Akkuyu nükleer güç santrali Mersin ilinin Gülnar ilçesine bağlı olan sahada inşa edilmektedir. Projenin sahası Mersin il merkezine 140 km, Gülnar ile merkezine de 30 km uzaklıktadır. Aşağıda şekil 3.12.'de Akkuyu sahasının haritalardaki konumu görülmektedir (Akkuyu, 2013).



Şekil 3.12. Akkuyu NGS Haritasındaki Yeri

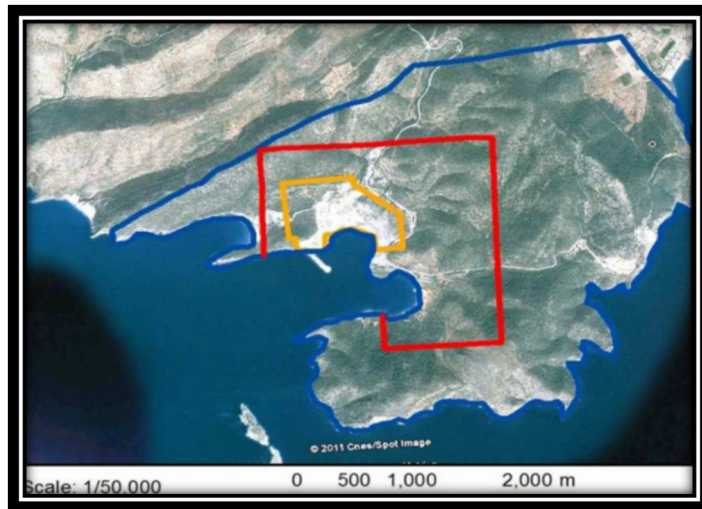
*Kaynak: Akkuyu, 2913



Şekil 3.13. Akkuyu İnşaat Sahası

*Kaynak: Atom Media, 2024

Yukarıda Şekil 3.13.'de inşaat sahasının genel görünüşü verilmiştir. Aşağıdaki Şekil 3.14.'de ise Akkuyu Nükleer Güç Santral sahası sınırları görülmektedir. Mavi çizgi ile sınırlı alan projenin tahsis edildiği sahayı, kırmızı çizgi ile sınırlı alanı proje sahası ve sarı çizgili alan nükleer tesis yerleşimini göstermektedir (Akkuyu Sahası Yer Raporu, 2013).



Şekil 3.14. Akkuyu NGS Sahası Sınırları

*Kaynak: Akkuyu Sahası Yer Raporu, 2013

Bir nükleer santralin ömrünün aşamaları; sahanın değerlendirilmesi ve yerleştirme, tasarım, yapım-inşa, devreye alma, işletme, devreden çıkarma sıralamalarını takip eder (IAEA, 2024, s. 4). Akkuyu NGS’de de bu süreçler de olacaktır. Bir devlet tarafından yetkilendirilen düzenleyici kurum, lisanslama ve izinleri verir. Türkiye’de NDK (Nükleer Düzenleme Kurumu) bu faaliyetleri yapmaktadır. Lisans sahibi, NGS ve faaliyetlerinden sorumlu kuruluştur. Yerleştirme ve saha değerlendirme süreci yer seçimi, nükleer santral tasarımının seçimi, çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) ve başvuru sahibi/lisans sahibinin tanınması aşamasıdır. İnşaat nükleer tesisin bileşenlerinin imalatı ve montajı, inşaat işlerinin yürütülmesi, sistemlerin ve ekipmanların kurulumu, ilgili testlerin gerçekleştirilmesi sürecidir. Devreye alma, inşaattan işletmeye geçişin aşamasıdır. İşletmeden önce nükleer santralin tasarıma uygun, performansının güvenli ve gereklilikleri karşıladığının doğrulanmasıdır. Bu nedenle faaliyetlerin hassas ve dikkatli bir şekilde planlanması, yürütülmesi, denetlenmesi, ilgili tüm taraflar arasında iyi bir iletişim ve koordinasyonun kurulması gerekmektedir. Devreye alma montajı bitmiş sistemlerin test edilmesi ve kabul edilmesiyle başlar, bireysel sistemlerin test edilmesiyle devam eder, ardından entegre sistem testleri ve nükleer testlerle nükleer santralin bir bütün olarak güvenli bir şekilde çalıştığı gösterilene kadar devam eder. Devreye alma işleminin başarıyla tamamlanmasının ardından nükleer güç santrali işletme aşamasına geçerek ticari elektrik üretimine başlar. İşletme; bakım, yakıt ikmali, hizmet içi denetim, gözetim ve diğer ilgili faaliyetler gibi elektriği güvenli bir şekilde üretmek için gerekli olan tüm faaliyetleri içerir. Bir nükleer santralin işletilmesi, kamu ve çevre güvenliği açısından son derece önemli olduğundan buna uygun düzenleyici kontrol ve gözetim gerektirir (IAEA, 2024).

Akkuyu NGS projesi 2024 sonu itibarıyla inşaat aşamasındadır. 2025 yılı sonunda ilk ünite için inşaat, test ve devreye alma aşamalarının bitirilmesi hedeflenmektedir. Her termik enerji santralinde olduğu gibi Akkuyu NGS’de ilk önce tesis binaları, sistemler, ekipmanlar için temel, ana ve iç inşaat işleri yapılmaktadır. Daha sonra mekanik veya elektrik ekipmanların yerlerine montajları yapılmaktadır. Ardından mekanik sistemler borular ile, elektrik sistemler ile kablolar ile montajları yapılarak birleştirilir. Tüm montajların prosedürlere uygun yapıldığına karar verilirse enerjilendirme yapılarak ayrı ayrı testleri yapılır. Sistemlerin paketler halinde testleri yapıldıktan sonra bütünlük olarak birlikte testleri yapılır. Bütün halinde devreye alma sistem gerekliliklerine göre sağlandıktan sonra dayanıklılık ve

performans testleri yapılmaktadır. Bu testleri de geçen ünitenin işletmeye geçme onayı verilmektedir.

3.4.2. Akkuyu Nükleer Santralindeki Yenilikler

Akkuyu NGS’de bazı teknik yenilikler bulunmaktadır. VVER-1200’lü Novovoronezh NPP-2 tesisi Akkuyu Nükleer Güç Santrali için referans tesis olarak seçilmiştir. Sahaya özgü parametrelerle ilgili bazı değişiklikler, teknik-ekonomik performans ve güvenlik iyileştirmeleri, Akkuyu NGS tasarımını geliştirmek için yapılmıştır. Nükleer güç santrali güvenliği, insanları radyasyonun ve radyoaktif maddelerden korumak, bu maddelerin çevreye yayılmasını önlemek için beş düzeyde derinlemesine savunma kavramı ile sağlanmaktadır. Bu beş düzey; NGS yerleşim koşulları ve beklenen operasyonel olayların önlenmesi, tasarım temelli kazaların normal işletim sistemleri tarafından önlenmesi, tasarım temelinin ötesindeki kazaların güvenlik sistemleri tarafından önlenmesi, tasarım temelinin ötesindeki kazaların yönetimi, acil durum eylem planlamasıdır. Çevreye radyoaktif yayılımını sınırlandırmak ve tasarıma dayalı kazaları önlemek üzere mühendislik güvenliği önlemleri, emniyetli kapanış sağlamak için aktif ve pasif sistemler, çekirdek kalıntısı ısı giderici, beklenen işletme olaylarında ve tasarıma dayalı kazalarda sonuçların hafifletilmesini içerir. Akkuyu Nükleer Güç Santrali tasarımı, çift koruma kabı sistemi öngörmektedir. Birincil (iç) koruma kabı, ön gerilmeli betonarmeden yapılmıştır ve ikincil (dış) koruma kabı, dökme betonarmeden yapılmıştır. Birincil koruma kabının altında, ağır kaza yönetimi için tasarlanmış çekirdek eriyik yakalayıcı bulunmaktadır. Tesis, tasarımda ve normal işletmede çevreye etkisinin sınırların altında kalacak şekilde tasarlanmaktadır, inşa edilmektedir. VVER-1200 reaktörlü güç üniteleri, IAEA'nın Fukushima sonrası gerekliliklerini karşılamaktadır (Atom Media, 2024).

Tablo 3.4. Akkuyu NGS ve Referans Tesis Karşılaştırması

Referans ve Akkuyu NGS temel teknik özellikleri		
	Referans tesis	Akkuyu NGS
Reaktör termik enerjisi (nominal) MW	3200	3300
Aktif elektrik enerjisi (bu değerden büyük) MW	1200	1200

Reaktör soğutucu sirkülasyon devre sayısı	4	4
Çekirdek çıkışındaki soğutma suyu basıncı Mpa	16,20	16,20
Reaktör soğutma sıvısı akışı m ³ /s	1602	1652
U-235 maksimum yeni yakıt zenginleştirilmesi	4,95	4,95
Yakıt ikmali aralığı, ay	12	18
Reaktör çekirdeğindeki yakıtın işletme süresi/yıl	4	3-4,5
Reaktör çekirdeğindeki yakıt tertibatlarının sayısı	163	163
Reaktör kontrol çubuğu tertibatlarının sayısı	121	90
Reaktör hizmet ömrü/yıl	60	60
Pasif ısı çekiş sistemi kapasitesi, MW	64	76,8

*Kaynak: Akkuyu Sahası Yer Raporu, 2013

Tablo 3.4.'e göre referans seçilen Rusya Novovoronezh II nükleer güç reaktörüne göre Akkuyu NGS'de bazı yenilikler ve kapasite artışları yapılmıştır (Akkuyu Sahası Yer Raporu, 2013). Reaktör termik enerjisi 3200 MW'tan 3300 MW'a yükseltilmiş, reaktör soğutma sıvısı akışı 1602 m³/s'den 1652 m³/s'ye yükseltilmiş ve bu değerler net elektrik çıkış gücünü yükseltilmesini sağlayabilecektir.

3.4.3. Akkuyu NGS Üretilen Elektriğin Türkiye Şebekesine Bağlantısı

Nominal şartlarda Akkuyu NGS'nin her bir güç ünitesi için beklenen anma gücü (brüt) (reaktör tesisinin termal gücü 3212 MW) yaklaşık olarak 1198 MW'tır. Ancak, saha ihtiyaçları ve her bir NGS ünitesinin yardımcı ekipmanlarının toplamda tükettiği iç elektrik enerjisi üretilen enerjinin %7'sine karşılık gelmektedir. Bu nedenle, nominal şartlarda Akkuyu NGS'nin her bir güç ünitesi için beklenen net elektrik gücü yaklaşık 1114 MW'tır. NGS'nin dört reaktörü baz yükte çalışırken elektrik üretiminin yılda 34.790 milyon kW/saat olması beklenmektedir (Akkuyu Saha Raporu, 2013, s. 1.2-1).

Enerji santrallerinde üretilen elektrik enerjisinin diğer bölgeleri taşınması için nükleer reaktörde üretilen elektriğin geriliminin trafolar vasıtasıyla yükseltilip santral yüksek gerilim şalt sahası vasıtasıyla şebekeye sevk edilmesi gereklidir. Enerji iletim hatlarıyla taşınan bu yüksek gerilim daha sonra düşürücü trafolar ile gerilim seviyesi düşürülerek sanayi ve konutlarda kullanımı için dağıtımı yapılır. Akkuyu NGS'den Şekil 3.15.'te görüldüğü gibi Mersin, Komet, Konya, Seydişehir, Serik ve Ermenek trafo merkezlerine 6 adet enerji iletim hattı planlanmıştır (Akkuyu NGS, 2013, s. 11.1.6). Bu hatların Akkuyu santraline göre uzunlukları sırasıyla Seydişehir 210 km, Ermenek 70 km, Konya 210 km, Mersin, 140 km, Komet 140 km ve Serik 250 km olmak üzere toplam 1020 km planlanmıştır. (Akkuyu NGS, 2013, s. 11.1.8). Bu enerji iletim hatları ve trafo merkezleri TEİAŞ tarafından yapılacaktır.

Şekil 3.15. Akkuyu NGS'nin Enerji İletim Hattı Bağlantı Şeması

Akkuyu NGS'den güç çıkışı 380 kV voltaj seviyesinde olacaktır. Bu koşula uygun olarak NGS altı enerji iletim hattı ile 380 kV ana iletim şebekesine ve iki kısa uzunlukta enerji iletim hattı ile de 380/154 kV kuplaj ototransformatörleri ile 154 kV iletim ağına bağlı olan Akkuyu trafo merkezine bağlanacaktır (Akkuyu NGS, 2013, s. 11.1.7). Biri 1 ve 2 numaralı NGS üniteleri ve diğeri de 3 ve 4 numaralı NGS üniteleri için olmak üzere iki adet 380 kV şalt sahası bulunacaktır. Her iki şalt sahası da NGS'ye yakın bir konumda olacak ancak her ikisinin de aynı anda devre dışı kalmasının engellenmesi için aralarında bir fiziksel ayrım yapılacaktır. Her iki şalt sahasının 380 kV ve 154 kV olan baraları elektrik besleme güvenilirliğinin artırılması açısından elektriksel olarak bağlanacaktır (Akkuyu NGS, 2013, s.

11.2.1). Aşağıdaki Şekil 3.16.'da en altta bulunan 4 adet 24 kV jeneratör sembolleri Akkuyu NGS'nin 4 adet ünitesinde üretilen elektriği göstermektedir. Bu gerilim kademesi güç transformatörleri ile 380 kV'ta yükseltilerek yukarıda bahsedilen 6 adet enerji iletim hattına sevk işlemi yapılacaktır. Ayrıca Akkuyu NGS yakınında 2 adet ototrafo vasıtasıyla 380 kV'tan 154 kV'a ayrıca gerilim değişimi yapılarak Anamur, Gezende ve Taşucu lokasyonlarına 6 adet enerji iletim hatlarıyla ayrıca enerji beslemesi yapılacaktır (Tanıdır ve Cebeci, 2013, s. 201).

Şekil 3.16. Akkuyu NGS Şebeke Bağlantı Şeması

3.4.4. Akuyu NGS Reaktör Üniteleri

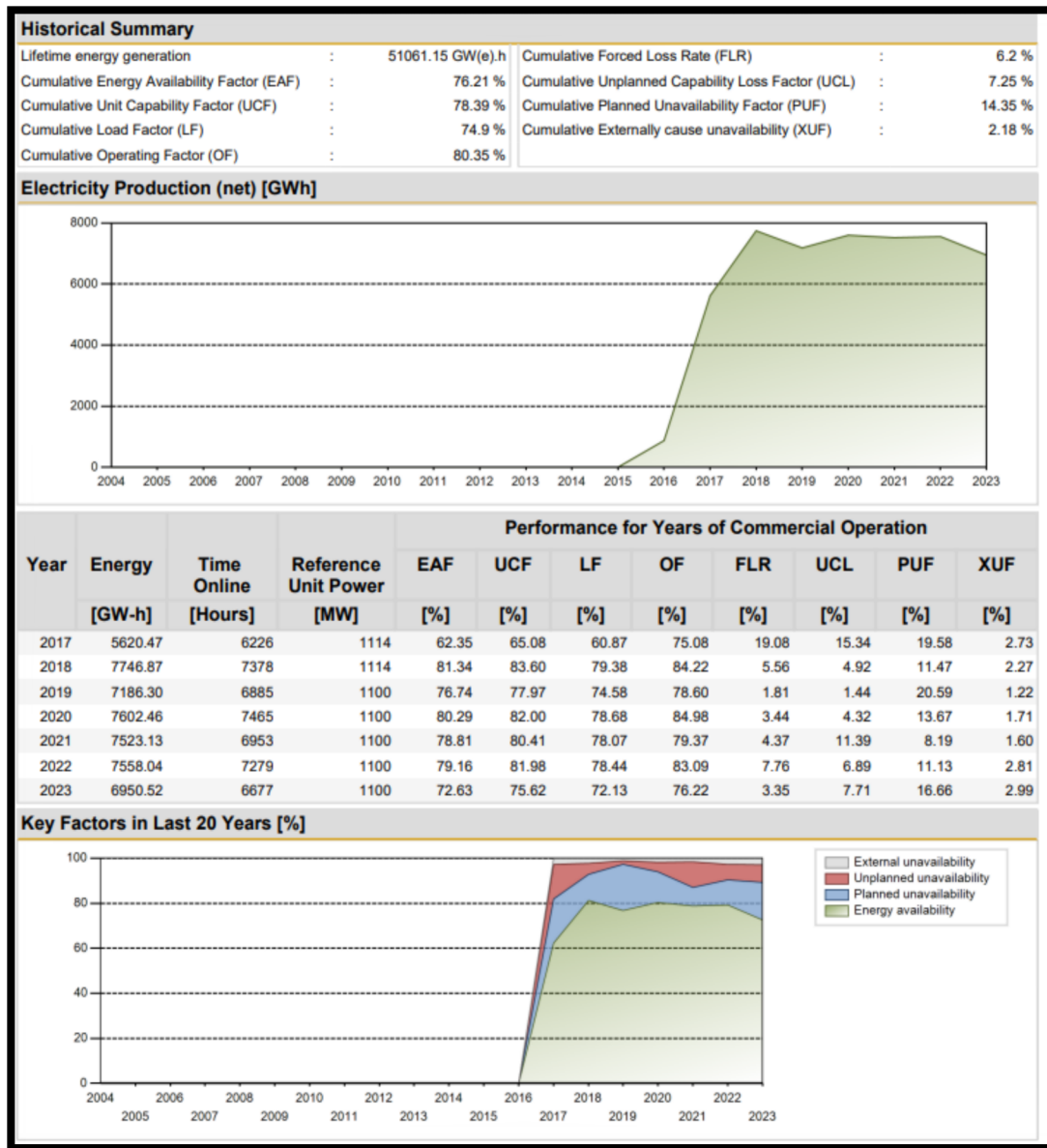
Akkuyu NGS için seçilen referans santral olan Novovoronezh II – reaktöründe de kullanılan modele bu santral tasarımına ilişkin genel yerleşim planı Şekil 3.17’de verilmektedir (Rosatom, 2024, s. 21).



Şekil 3.17. Akkuyu Reaktör Genel Yerleşim Planı

*Kaynak: Rosatom, 2024, s. 21

Şekil 3.17.'de 1. Reaktör binası 2. Türbin binası 3. Havalandırma bacası 4. Arıtma ünitesi 5. Dizel jeneratör ek binası 6. Nükleer servis binası 7. Yardımcı sistemler binası 8. Acil durum dizel jeneratör istasyonları 9. Güvenlik sistemleri binası 10. Taşıma vinci askısı 11. Buhar hücresi 12. Su arıtma binası 13. Güç desteği binası 14. Ünitenin transformatörleri 15. Kontrol odası binası 16. Yakıt deposu gösterilmektedir.



Şekil 3.18. Novovoronej-2-1 Santralinin İşletme Verileri

*Kaynak: IAEA, 2024, ss. 925-930

Şekil 3.18.'de Akkuyu NGS için referans kabul edilen Novovoronej-2 santralinin işletme verileri yıllar içinde verilmiştir. Benzer reaktörlere sahip bu santralde yıllık üretim değerleri 2017-2023 yılları arasında sırasıyla 5620, 7746, 7186, 7602, 7532, 7558, 6950 GWh üretim gerçekleşmiştir. Dış faktörler, planlı ve plansız duruşlar ile kümülatif işletme faktörü yaklaşık %80 olmuştur (IAEA, 2024, ss. 925-930). Santral için ortalama reaktör üretimi 8000 GWh altında olup Akkuyu NGS için 4 ünite için toplam yaklaşık 35 GWh olmak üzere reaktör yani ünite başına 8,75 GWh üretilmesi gerekmektedir.

3.4.5. Elektrik Üretim Maliyet ve Gelir Analizi

Belirli bir süre içinde toplam maliyetin aynı sürede içinde üretilen elektrik miktarına bölünmesi ile enerji maliyeti elde edilir. Maliyetler olarak yatırım, finansman, yakıt, atık, işletme, bakım ve diğer maliyetlerdir ve hesaplamalarda paranın zaman değeri, eskalasyon (sözleşme fiyatının maliyet artışına göre güncellenmesi) etkisi dikkate alınır. Gecelik yatırım maliyeti santralin bir gecede yapılmış ve işletmeye girmesi varsayımı maliyeti, finansman dâhil yatırım maliyeti ise yatırımı devam eden santralin maliyetine faiz ve diğer eskalasyonları ekleyerek hesaplanan maliyettir gibi nükleer santralde iki yatırım maliyeti kavram vardır (Terzioğlu, 2020, ss. 73-154).

1000 MW gücünde nükleer santral için yaklaşık 25 ton yakıt gerekmektedir. 4800 MW toplam 4 reaktör için yıllık yaklaşık 120 tondur. Nükleer yakıt olarak uranyumun malzemesi, dönüştürmesi, zenginleştirilmesi, üretilmesi 1kg için yaklaşık 1880 USD'dir. 120 ton için yaklaşık 225 milyon USD'dir. Yapım maliyetleri mühendislik, satınalma, malzeme ve işçilikten oluşmaktadır. Yapım maliyeti toplam 4 ünite (4800 MW) 14 milyar USD'dir. İşletme ve bakım maliyetleri yaklaşık toplam yıllık maliyetin %20'si olarak tahmin edilmektedir. Atık maliyeti konusunda yüksek radyoaktif atık ve kullanılmış nükleer yakıtın uzaklaştırılması MWh başına 1 USD kabul edilmektedir. Yıllık 37,843,200 MW için yaklaşık 38.000.000 USD hesabı yapılmaktadır. Yönetim ve işçilik ortalama gideri 10 USD/MWh olmak üzere yıllık 38,2 milyon MWh için toplam 382 milyon USD olmaktadır. Santrali işletme ömrü sonunda devreden çıkarılması (decommissioning) işletme maliyetini yaklaşık %1'i kabul edilir. Daha düşük enerji maliyeti olarak nükleer santralin elektrik üretim maliyeti doğal gaz santralinden 0.01 USD/KWh daha düşük olmak üzere 4800 MW ve %90 kapasite kullanımıyla net şimdiki değer olarak yaklaşık 6 milyar USD enerji üretim maliyeti düşmektedir ve ülke ekonomizi için önemli avantaj olacaktır. Karbon salınımının azalması konusunda nükleer santral doğal gaz santralinde daha fazla karbon salınımı engellediğinden (1000 MW başına nükleer 2.5 milyon ton CO₂, doğal gaz 0,7 milyon ton), 30 USD/ ton karbon vergisi hesaplamasıyla 772 milyon USD avantaj olmaktadır. İstihdam faydası olarak yapım sırasında 10.000 kişi ve işletme sırasında 3500 kişi sağlanacak istihdam net bugünkü değer olarak 3,8 milyar USD kabul edilmektedir. Doğalgaz ithalatında düşme 50 yıl için net bugünkü değer olarak 50 milyar USD hesaplanmıştır (Şekil 3.12.) (Toprak ve Dal, 2017, ss. 85-91).

Tablo 3.5. Akkuyu NGS Maliyet Fayda Analizi

Maliyet		Faydalar	
ön yatırım maliyetleri	33.210.601	Daha düşük enerji maliyetleri	5.981.023.214
Yapım maliyetleri	13.963.636.363	Karbon salınım azaltılması	772.736.953
İşletme maliyetleri	6.194.329.879	Toplam istihdam faydaları	3.732.227.080
Söküm maliyetleri	147.113.094	Azaltılmış doğal gaz ithalatı	50.114.772.839
Toplam maliyetler	20.338.289.937	Toplam gelirler	60.600.760.086

*Kaynak: Toprak ve Dal, 2017, ss. 85-91

Tablo 3.5.'deki 2016 yılına göre maliyet fayda analizinde yaklaşık toplam maliyet 20 milyar USD için net bugünkü değer 20 yıl sonra 26,6 milyar USD, 30 yıl sonrası için 40,3 milyar USD olmaktadır (Şekil 3.19.). Fayda maliyet oranı 2.98 olmaktadır ve olumlu bulunmaktadır (Toprak ve Dal, 2017, ss. 85-91). Toplam maliyetler yaklaşık 20 milyar USD Rusya tarafından yüklenilmiştir. Toplam gelirlerin Türkiye tarafında olduğu görülmektedir.

3.5.6. Akkuyu NGS'nin Türkiye Enerji Güvenliğine Katkısı

Türkiye'nin nükleer enerji diplomasisi enerji güvenliğini sağlamak için stratejik bir yaklaşımdır. Uluslararası iş birliği ile bölgesel etkiyi artırarak ve küresel nükleer enerji liginde önemli bir aktör olabilecektir. Nükleer enerjinin geliştirilmesi Türkiye'nin Orta Doğu'daki ve dünyadaki etkisini önemli ölçüde artırabilir. Türk sanayiciler için iş yaratma ve yerelleştirme sağlayacaktır (NBP, 2023). Nükleer enerji santrallerinin karbon emisyonların önlenmesi, yüksek kapasite kullanılabilirliği yanında şebeke frekans kontrolü olmak üzere elektrik güvenliğini sürdürmek gibi katkıları bulunmaktadır (IEA, 2022, ss. 12). Akkuyu NGS'nin karbon salınımını yenilenebilir enerjilerle birlikte azaltmaya yardımcı olması enerji güvenliğinin sosyal kabul edilebilirliğinde rol oynayacaktır. Fosil yakıtlar yerine elektriğin kullanılması ve net sıfır salınım hedefi için elektrifikasyonun artmasını sağlayabilir. Akkuyu NGS devreye girdiğinde fosil yakıtlı elektrik üretiminin ikame edilmesi yoluyla karbondioksit salınımının yılda ortalama 17 milyon ton azaltılmasına katkı sağlayacaktır (Atom Media, 2024). Akkuyu NGS inşaat projesinin Türkiye'nin sürdürülebilir gelişimine katkıları ekonomik olarak 7 milyar USD GSYİH, 2 milyar USD vergi, çalışanların % 80'i Türk olması ve 400'den fazla yerli malzeme ve montaj şirketi katkısı olacaktır. Karbon salınımı %3,4 lük bir düşüş olabilecektir (Rosatom, 2023). Nükleer yakıt maliyetleri olarak uranyum çıkarma %41, dönüştürme %4, zenginleştirme %31, fabrikasyon %8 ve atık fonu %16 olarak verilmiştir ve uranyum fiyatına göre yakıt maliyeti çok etkilenmeyecektir. Yakıt maliyeti toplam maliyetin yaklaşık 3'te 1'idir. Yakıt maliyeti iki katına çıkması durumunda nükleer

santrallerin elektrik üretim maliyeti %9 artarken, kömürde %31, doğal gazda %66 olabilmektedir (Terzioğlu, 2020, ss. 81). Bu şekilde Akkuyu NGS'nin yakıt fiyatların değişimlerinden kömür ve doğal gaz kadar etkilenmeyeceği görülmektedir. Enerji güvenliğinde ekonomiklik kavramına göre katkı sağlanmış olacaktır. Nükleer reaktörleri olan birçok ülke yakıt olarak ithal uranyuma bağımlıdır. Ancak nükleer santrallerin nadiren yakıt ikmali yapması gerekir, bu da kısa süreli kesintilere maruz kalma riskini azaltır, stok yakıt kullanılmadan önce birkaç yıl saklanabilir (IEA, 2022, s. 21). Böylece gaz ya da petrol tedarikinde teknik, siyasi, savaş, terör ve ülkeler arası iç karışıklıklardan uzun süre etkilenmemesini sağlamış olur. Ülkemizin bulunduğu coğrafyada bu enerji erişilebilirliğine katkı sağlayacaktır.

Nükleer enerjinin kullanılması, enerji karışımının çeşitliliğini artırır ve aynı zamanda fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılması için bir fırsat sunar (IEA, 2022, s. 20). Türkiye'nin enerji çeşitlendirmesinde Akkuyu NGS'nin devreye girmesi enerji karışımına önemli bir kaynağı da devreye sokması demektir. Petrol ve doğal gaz gibi ithalata bağımlı kaynakların daha az kullanılmasını getirerek enerji güvenliğinin ekonomiklik maddesine uygun olacaktır. Karadeniz gaz sahaları ve Akkuyu nükleer santralinin devreye girmesiyle birlikte Türkiye'nin doğal gaz ithalatının azalması öngörülmektedir (Siccardi, 2024, s. 16).

Nükleer enerji, sistem yeterliliği ve esnekliği sağlayarak arz güvenliğini artırır. Güç sistemlerinin güvenilirliğine katkıda bulunur. Elektrik sistemi esnekliği (arz-talep değişkenliğini güvenilir ve uygun maliyetli bir şekilde yönetebilmesi), değişken yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimdeki payı arttıkça, nükleer enerji elektrik güvenliği açısından giderek daha önemli hale gelmektedir. Hava koşullarına (güneş, rüzgar, nem, sıcaklık..) bağlı üretim payının artması, diğer enerji kaynaklarının üretimlerini daha sık ve daha büyük miktarlarda değiştirmeleri gerektiği anlamına gelmektedir. Bir elektrik kaynağının sistem ihtiyaçlarının en yüksek olduğu zamanlarda kullanılabilir olması, enerji değerinin yükselmesine yardımcı olur. Aynı zamanda ihtiyaç duyulmadığında çıktının çokluğu enerji değerini düşürür (IEA, 2022, s. 21). Bu nedenle yenilenebilir enerjinin aralıklı çalışmalarının tersine nükleer enerji santralleri sürekli çalışır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının payı artmakta ve bu da nükleer enerjinin önemini artırmaktadır (IEA, 2022, s. 21). Ülkemizde yenilenebilir enerjini payı %50'ye ulaşması önemli gelişmedir. Yenilenebilir enerjinin doğası gereği sistemdeki çalışma rejimini kompanze etmekte Akkuyu NGS'nin elektrik enterkonnekte sisteminde veya havuzunda katkısı olacaktır. Bu da elektrik sisteminin esnekliği, güvenilirliği, kararlı ve verimli çalışmasını sağlayacaktır.

Elektrik ithalat ve ihracatı için Akdeniz’de yeni yollar açılması bölgedeki enerji güvenliği açısından kilit önem taşımaktadır. Akdeniz ülkeleri elektrik iletim hatlarını İspanya’dan Fas’a, Kuzey Afrika ve Arabistan’dan Türkiye’ye bağlayan Akdeniz Elektrik Halkası (Med-Ring) enerji koridorunu oluşturmak için çalışmalar yürütmektedirler. Med-Ring hattı Türkiye’den geçerek Yunanistan veya Bulgaristan üzerinden tekrar Avrupa iletim şebekesine bağlanacaktır. Türkiye senkronize elektrik işletiminden faydalanmak için iletim şebekesini AB ağına entegre etmek istemektedir (Akkuyu NGS, 2013, s. 11.1.5). Bu sayede Akkuyu NGS’de üretilen elektriğin bir kısmının bu hatları beslemesi mümkün olabilecektir. Nükleer santraller ile enerji arz güvenliğinden kaynaklanan riskler, dış ticaret açığı ve fosil yakıtların sebep olduğu çevre kirliliği azaltılacaktır (Belen, 2015, s. 106).

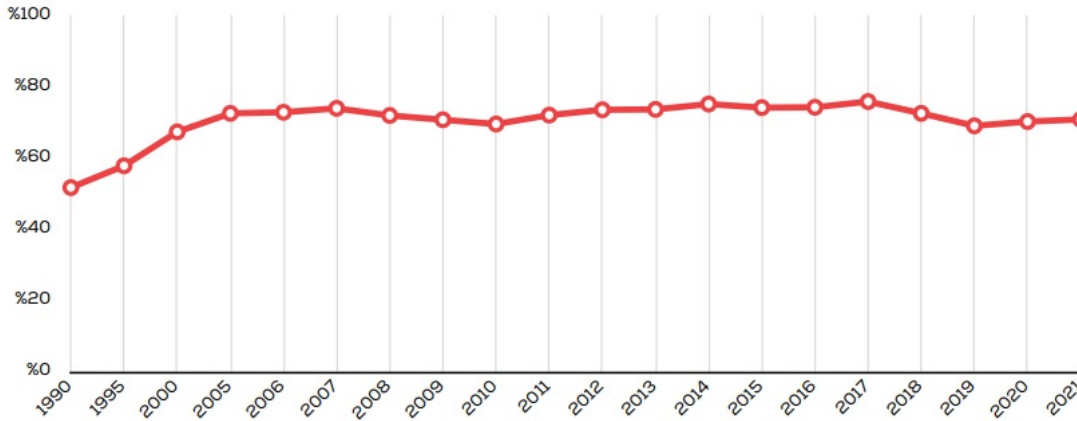


4. TÜRKİYE’NİN ENERJİ GÜVENLİĞİNDE RUSYA’NIN YERİ

Türkiye sanayi, elektrik üretimi, ulaşım ve ısınma gibi çok farklı sektörlerde doğal gaz, petrol, kömür gibi ithal fosil enerji kaynaklarına bağımlıdır. Bu bölümde Türkiye’nin ithal enerji kaynaklarını hangi ülkelerden temin ettiği ortaya konulacaktır ve Rusya’nın ithal enerjideki oranı açıklanmaya çalışılacaktır. Ayrıca Akkuyu NGS’deki ikili iş birliğinin Rusya’ya olan bağımlılığı ne ölçüde etkilediği de farklı açılardan ortaya konulacaktır.

4.1. Türkiye’nin Enerji Bağımlılığı

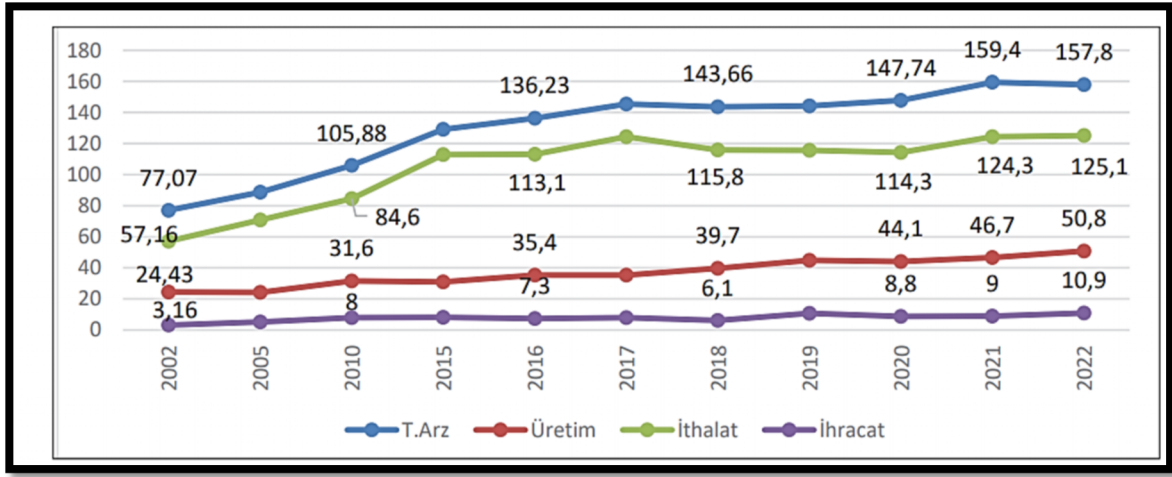
Ülkemiz yaklaşık %70 oranında ithal enerji kaynaklarına bağımlıdır ve cari açığın en önemli kalemidir. Ham petrol %91, doğal gaz %99 ve kömürün %56’sı ithal edilmektedir. 2023 yılında 2022 yılına göre Türkiye’nin enerji ithalatı, bir önceki yıl zirveye ulaşan enerji fiyatlarının gerilemesiyle %28 azalarak 69,1 milyar USD olmuş bu da ülkemizin uluslararası enerji fiyatlarına bağımlılığını göstermektedir (Shura, 2023, s. 7). Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı, devlet bütçesinin cari işlemler açığına neden olmakta ve ülkeyi uluslararası enerji fiyatlarındaki dalgalanmalara maruz bırakmaktadır. Bu nedenlerden dolayı, Türkiye yıllar içinde ülkenin enerji sepetini çeşitlendirmeye yönelik politikalar gerçekleştirmeye çalışmaktadırlar. Yurt dışında ise istikrarlı bir kaynak akışını garanti altına almak için Türkiye yakınındaki ve daha uzak bölgelerdeki çok çeşitli tedarikçi ülkelerle ilişkilerini güçlendirmektedir (Siccardi, 2024, s. 4).



Şekil 4.1. Türkiye Enerji Talebinin Dışa Bağımlılık Oranı

*Kaynak: TPOA, 2022, s. 52

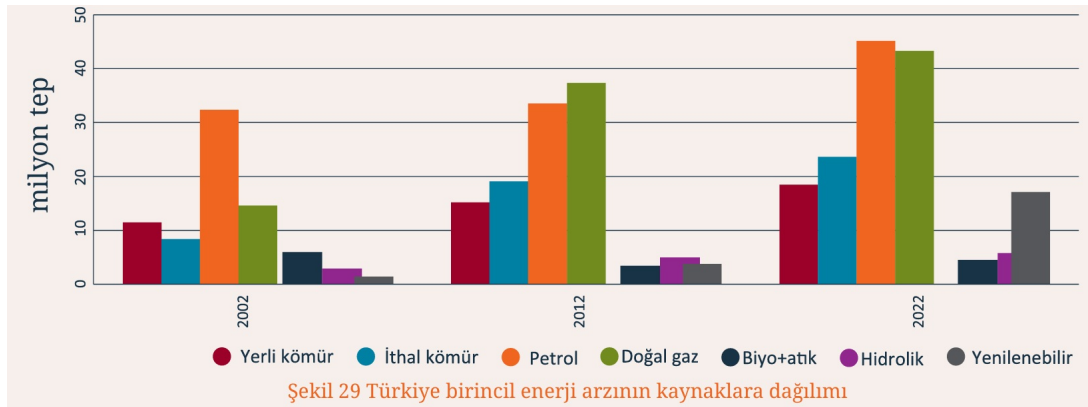
Şekil 4.1.’de görüldüğü gibi Türkiye enerji talebinin dışa bağımlılık oranı 2005 yılından beri yaklaşık %70 seviyesinde gerçekleşmiştir. Dolayısıyla enerjide ithalata bağımlı ve cari açık veren ülkedir.



Şekil 4.2. Türkiye Toplam Enerji Arz, Üretim, İthalat ve İhracatı (MTEP)

*Kaynak: TMMOB, 2024, s. 28.

Türkiye'nin enerji arzı, talep artışı nedeniyle Şekil 4.2.'deki gibi 2002-2022 yılları arasında sürekli artış göstermiş ve 77,07 MTEP değerinden 157,8 MTEP değerine yükselerek yaklaşık 2 kat artmıştır. Toplam enerji üretimi 24,43 MTEP değerinden 50,8 değerine yine yaklaşık oransal 2 kat artmıştır. İhracat 3,16 MTEP'dan 10,9 MTEP'e 3 kattan fazla artsa da enerji açığı artarak devam etmiştir. Miktar olarak ihtiyaç olan aradaki farkın büyük çoğunluğu ithalattan karşılanmıştır. 2002 yılındaki 57,16 MTEP ithalat 2022 yılında 125,1 MTEP olarak 2 kattan fazla artmıştır.

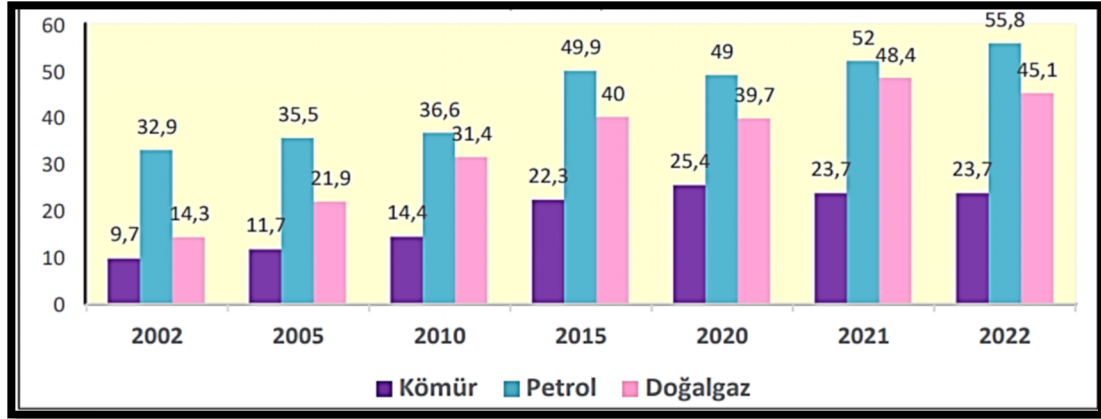


Şekil 4.3. Türkiye Birincil Enerji Arzının Kaynaklara Göre Dağılımı

*Kaynak: Kömürder, 2024, s. 39

Şekil 4.3.'de görüldüğü üzere Türkiye'nin birincil enerji arzının kaynaklara göre 2002-2022 yılları arasında dağılımına bakıldığında yenilenebilir kaynaklarda artış olmasına rağmen yerli

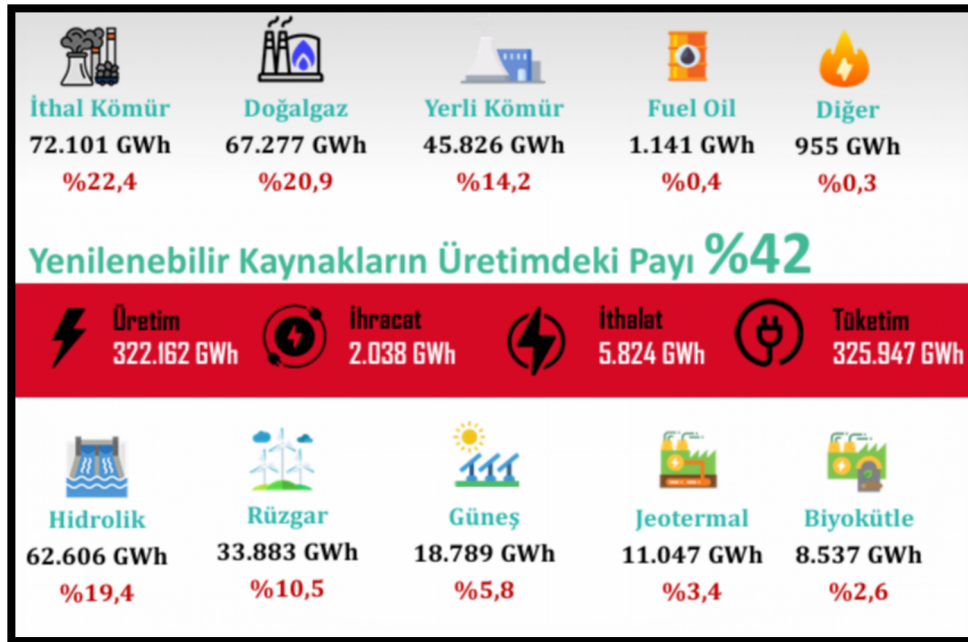
kömür, ithal kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtlarda sürekli bir artış olduğu gözlenmektedir.



Şekil 4.4. Türkiye Enerji İthalatının Kaynaklara Göre Dağılımı (MTEP)

*Kaynak: TMMOB, 2024, s. 28

Şekil 4.4.'te görüldüğü gibi Türkiye'nin enerji ithalatının çoğunu kömür, petrol ve doğal gaz oluşturmaktadır. Kömür ithalatı 2002-2022 arasında 20 yıllık dönemde yaklaşık 2,5 kat artmıştır. Petrol ithalatı bu dönemde yaklaşık %70 artmıştır. En yüksek artış doğalgaz ithalatında 3 kattan fazla gerçekleşmiştir. Bu durum ülkemizin fosil yakıtlarda dışa bağımlı olduğunun net bir göstergesidir.



Şekil 4.5. Türkiye Elektrik Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı

*Kaynak: EÜAŞ, 2023

Türkiye'nin elektrik üretiminde fosil yakıtların önemli payı bulunmaktadır. İthal kömür %22,4, doğal gaz %20,9 ile 2023 yılında toplam %43,3 Şekil 4.5.'teki gibi paya sahip olmuştur. Toplam elektrik üretimi olan 322.162 GWh'in 139.378 GWh'i yani yaklaşık %43'ü ithalata bağımlı olduğumuz bu fosil yakıtlardan oluşmuştur. Akkuyu NGS'de hedeflenen yıllık 35 milyar kWh yani 35.000 GWh, 2023 senesinde doğal gaz ile elektrik üretiminin (67.277 GWh) yaklaşık yarısına karşılık gelmektedir.

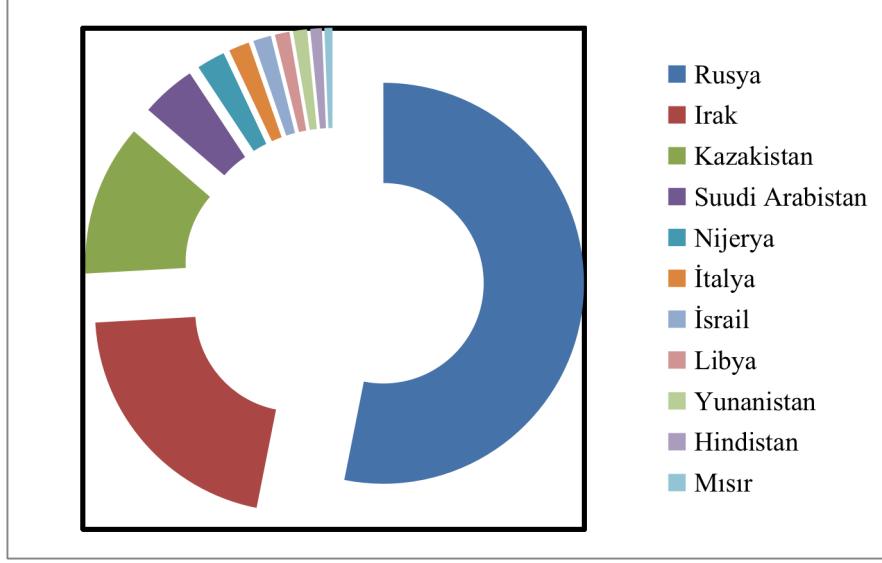
4.1.1. Türkiye'nin Petrol Bağımlılığı

Türkiye'nin 2023 yılına ait ham petrol, gasoline, dizel, fuel oil, uçak yakıtı, gemicilik yakıtı ve diğer ürünlerin miktar olarak toplam ithalatı ve yüzdesel payı olarak en çok ithalat yaptığı 10 ülke Tablo 4.1.'de görülmektedir. Burada en büyük pay %51 ile Rusya, ikinci sırada %20,15 ile Irak, %11,73 ile Kazakistan ve %4,23 ile Suudi Arabistan olmuştur. Bütün ülkelerden ithal ettiği petrol 49.000.218 ton olmuştur. Petrol ihracatı ise toplam 13.347.289 ton olmuştur. Petrol ihracatı en fazla %17,73 ile ABD, %13,27 ile Hollanda, %6,99 ile Romanya, %6,94 ile İtalya, %6,38 ile İspanya olmak üzere ağırlıklı olarak ABD ve AB ülkelerine olmuştur. Sonuç olarak toplam petrolde %78,60 ithalat ve %21,4 ihracat gerçekleşmiştir.

Tablo 4.1. Türkiye'nin Petrol İthal Ettiği Ülkeler

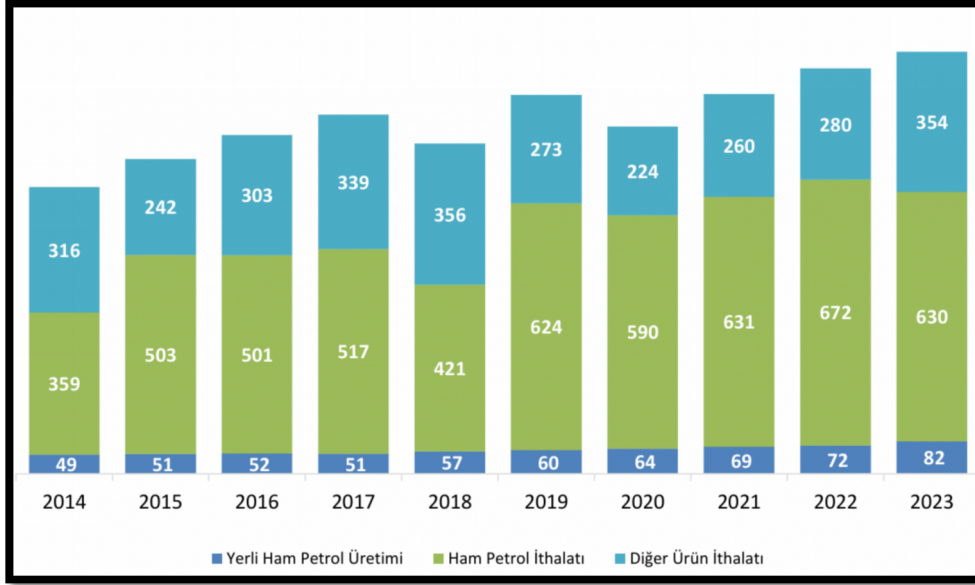
Ülke	İthalat (ton)	Payı (%)
Rusya	24.992.953,13	51,01
Irak	9.873.576,01	20,15
Kazakistan	5.746.434,79	11,73
Suudi Arabistan	2.073.188,67	4,23
Nijerya	1.080.340,80	2,2
İtalya	782.981,04	1,6
İsrail	681.750,16	1,39
Libya	555.826,57	1,13
Yunanistan	529.437,58	1,08
Hindistan	435.777,97	0,89
Mısır	304.372,19	0,62

*Kaynak: EPDK, 2024, s. 7



Şekil 4.6. Türkiye Ülkelere Göre Petrol İthalatı

Yukarıdaki grafikte tabloya göre ithal edilen petrolün en çok Rusya'dan olduğu ve oransal büyüklüğü Şekil 4.6.'da gösterilmiştir.

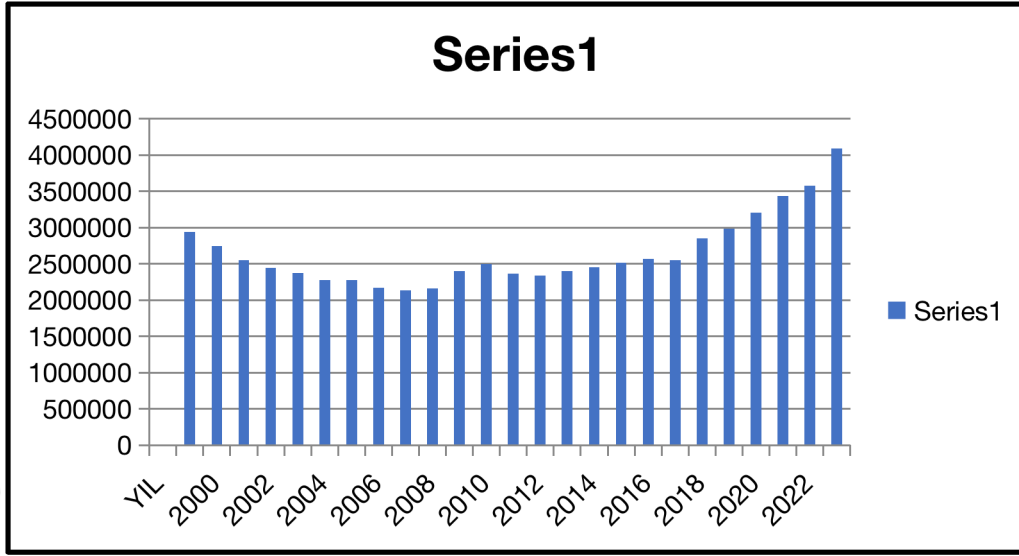


Şekil 4.7. Türkiye Petrol Üretim ve İthalatı (bin v/g)

Kaynak: TPOA, 2023, s. 38

Türkiye'nin ham petrol üretimi Şekil 4.7.'de 2014-2023 yılları arasında 33 bin varil/gün artsa son on yılda Türkiye'nin ham petrol ithalatının 238 bin v/g arttığı görülmektedir. Doğal olarak Rusya'nın coğrafi açıdan Türkiye'ye yakın olması enerji

kaynaklarını hızlı ve güvenli şekilde ulaşması Rusya'ya olan bağımlılığı paralel şekilde artırmaktadır.

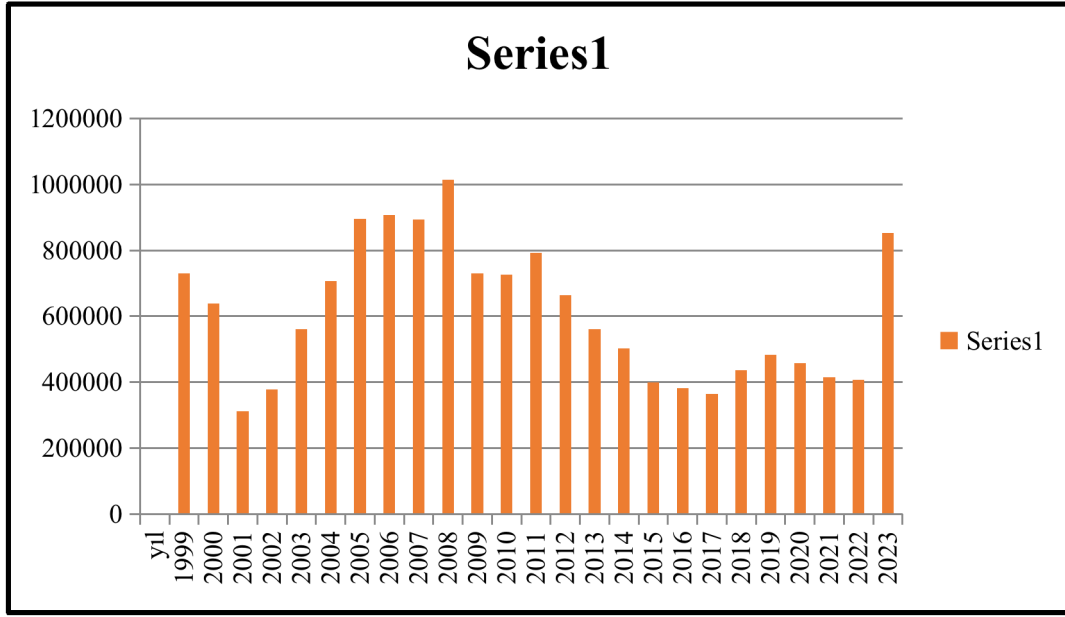


Şekil 4.8. Türkiye Petrol Üretimi

Tabloya göre Şekil 4.8’de Türkiye’nin petrol üretiminin 2000’li yılların sonuna doğru azalan, ardından 2023 yılına kadar artışı görülebilmektedir. Türkiye Rusya-Ukrayna Savaşı nedeniyle Avrupa ülkelerine ihracat yapamayan Rusya Türkiye’ye petrol ve petrol ürünlerinde indirim yapması nedeniyle Türkiye’nin faturası yaklaşık 2 milyar USD düşmüştür (Ekonomim, 2024).

4.1.2. Türkiye Doğal Gaz Bağımlılığı

Türkiye’nin doğal gaz üretimi Şekil 4.9.’da görüldüğü üzere göre petrol üretiminin tersine 2000’li yıllara sonuna doğru artmış sonraki yıllar 2023 yılına kadar azalmıştır. 2023 yılında Sakarya gaz sahasının üretimde devreye girmesiyle hızlı bir artış başlayarak 800 milyon m³ değerini geçmiştir.



Şekil 4.9. Türkiye Doğal Gaz Üretimi

Doğal gaz ithalatı son 3 yıldır azalmaktadır. İthalat 2021 yılında yaklaşık 58 milyar m³, 2022 yılında 54 milyar m³ ve 2023 yılında 50 milyar m³ değerine düşmüştür. Ancak ithalattaki bu düşüşün nedeni benzer bir oranda iç üretimin arttığı anlamına gelmemektedir. Son yıllarda pandemi ile Türkiye ve dünyada ekonomik yavaşlama, kış mevsimlerinin daha yumuşak geçmesi ve yaklaşık 1 milyar m³'e dayanan iç doğal gaz üretiminin olması etkili olduğu görülmektedir. Toplam arz-talep dengesi ile doğal gaz ithalatının birbirine paralel seyrettiği şekilde görülmektedir (TMMOB, 2024, s. 97).

Doğal gaz tüketiminde en büyük pay konut, dönüşüm-çevrim ve sanayide olmaktadır (TMMOB, 2024, s. 100). Sakarya Gaz Sahası'nda keşfedilen doğal gaz miktarı yaklaşık 710 milyar m³'tür. Proje kapsamında Faz-1 ve Faz-2 tamamlandığında ve Filyos doğal gaz işleme tesisi geliştirildiğinde yıllık üretimin 14-15 milyar m³ olması beklenmektedir. Bu senaryoya göre sanayi sektörünün tüm doğal gaz tüketim ihtiyacı ya da toplam ülke doğal gaz tüketiminin yaklaşık %25'i karşılanabilecektir (Turan ve Çelikoğlu, 2023, s. 117). Bu miktarlar Rusya'ya olan doğal gaz bağımlılığını önemli ölçüde düşürecektir. Enerji Bakanı Bayraktar'ın açıklamasıyla üretim günlük 6 milyon m³'e yükselmiş bu da yıllık 2 milyar m³ demektir (TRT Haber, 24 Ağustos 2024). Yıllık 50 milyar m³ tüketimin 2024 yılı itibarıyla yaklaşık %4'üne karşılık gelmektedir.

Tablo 4.2. Rusya'dan Doğal Gaz ithalatı ve Yüzdesi

Rusya		
Yıl	Milyon sm ³	Payı
2015	26783	55,31
2016	24540	52,94
2017	28690	51,93
2018	23642	47,02
2019	15196	33,61
2020	16178	33,62
2021	26343	44,87
2022	21575	39,47

*Kaynak: TPOA, 2023, s.40

Türkiye'nin doğal gaz ithalatında en yüksek pay Tablo 4.2.'deki gibi Rusya'ya aittir. Türkiye'nin doğal gaz ithalatının ülkelere göre dağılımına bakıldığında, 2022 yılında %39,5 olan Rusya'nın payı 2023 yılında %42,3'e yükselmiştir. Azerbaycan %20,3 ile ikinci sırada yer alırken Cezayir %11,9 ile üçüncü kaynak ülke olmuştur. 2023 yılında bir önceki yıla göre Azerbaycan'ın payının %15,9'dan %20,3'e ve Cezayir'in payının %9,6'dan %11,9'a yükselişi dikkat çeken değişiklikler olarak öne çıkmaktadır (TPOA, 2023, s. 40).

Tabloya ve Türkiye'nin doğal gaz ithal ettiği ülkelere bakıldığında Rusya'nın Türkiye'nin enerji ithalatında ilk sırada olduğu görülmektedir. Her ne kadar 2018'den itibaren ithalat oranı %50'nin altına düşse de hiçbir zaman 1/3'ünün altına inmemiştir. Özellikle Rusya-Ukrayna savaşı nedeniyle batılı ülkelerin Rus enerji kaynaklarına yönelik kısıtlama çağrılarının Türkiye'nin doğal gaz enerji ithalatı yaklaşımlarında karşılık bulmadığı görülmektedir. Hali hazırda Türkiye'nin Rusya'dan doğal gaz ithalatı %40 seviyelerindedir. Türkiye son 15 yılda doğal gaz ithal ettiği ülke sayısını kayda değer bir şekilde artırsa da Rus doğal gazına olan bağımlılıktan kurtulamadığı görülmektedir ve bu bir risk taşımaktadır. Rusya-Ukrayna Savaş'ında Türkiye'nin dengeli dış politikasına rağmen Rusya'ya doğal gazda yüksek oranda bağımlılığı ve Rusya ile olası politik sıkıntı enerji güvenliği açısından risk taşımaktadır (Turan ve Çelikoğlu, 2023, s. 60).

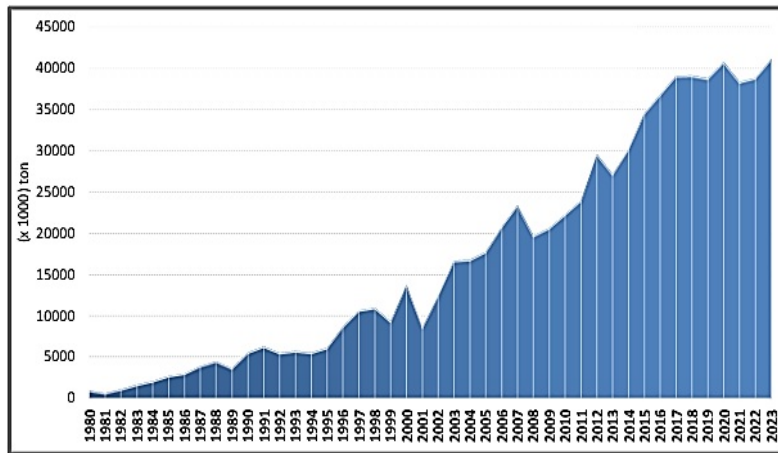
AB ile Rusya arasında gaz krizinin derinleşmesine paralel olarak, Rusya tarafından Türkiye'de bir gaz ticaret merkezi oluşturmak üzere Türkiye ile iş birliği istekleri dile getirilmiştir. Burada Türk Akımı Avrupa ayağı dışında Türkiye'nin gaz havuzuna ilave gaz sokulması ve bunun ihracat (reexport) yoluyla Avrupa'daki alıcılara ulaştırılmasıdır. Rus

gazının AB coğrafyasına ulaştırılması önünde önemli politik engel vardır. Dünya genelinde net sıfır hedefi doğrultusunda doğalgaza olan talebin 2030 yılından itibaren azalmaya geçeceği beklenmektedir. Rusya ile yeni doğalgaz ilişkilerinde beklentinin Türkiye lehine bir fiyat olabilecektir. Ayrıca yine 2030’lu yıllarda artan Türkiye doğal gaz üretimi ve yenilenebilir enerji ve nükleer enerji üretimindeki artan elektrik üretimi toplam doğal gaz gereksinimini azaltacaktır. Bu da yerli kaynaklardan sağlanan doğal gazın yüzdesini artırarak ülke cari açığını azaltacaktır.

TANAP doğal gaz tedarikini Azerbaycan’dan sağlamak suretiyle Rusya’ya olan Türk Akımı boru hattındaki ithalat bağımlılığını azaltmakla kalmamış arz güvenliğini artırmıştır. Avrupa’nın ihtiyacı olacak doğal gazı sevk etme olanağını da beraberinde getirmektedir. TANAP ayrıca Rus doğal gazını da Avrupa’ya ulaştırma imkânı nedeniyle Rusya’nın gündeme getirdiği enerji merkezi olma şansını vermektedir. Türkiye Azeri doğal gazına ilave olarak Rus doğal gazının Türkiye’den Avrupa’ya sevk edilmesi, Türkiye’nin Rusya ile bağımlılık ilişkisinde pazarlık gücünü arttırmaktadır (Söylemez ve Erdal, 2022, s. 44).

4.1.3. Türkiye Kömür Bağımlılığı

Türkiye’nin kömür tüketiminin büyük çoğunluğu elektrik üretimi ve demir-çelik sanayisinde gerçekleşmektedir. Kömür ithalatına yönelinmesi nedeniyle yerli kömür üretimi sürekli düşmektedir. Türkiye’de taş kömürü rezervleri toplamı yaklaşık 1 milyar 300 milyon ton olsa da düşük kalorili, yüksek nem ve kül içeriğine sahiptir.

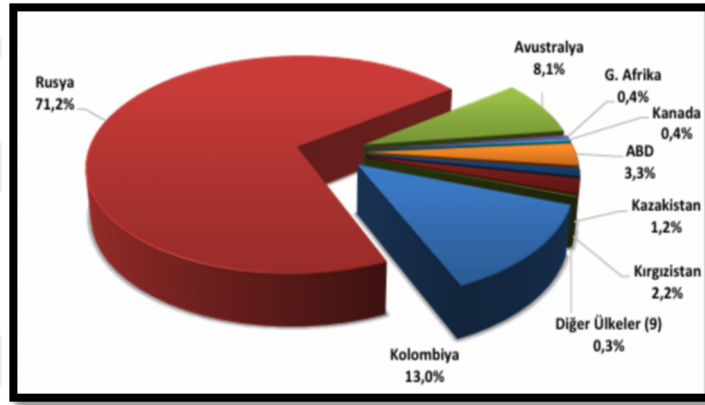


Şekil 4.10. Türkiye Kömür İthalatının Yıllara Göre Değişimi

*Kaynak: TKİ, 2024

Şekil 4.10.’daki gibi Türkiye kömür ithalatı sürekli artış yönelimindedir. 2023 yılı itibariyle yaklaşık 40 milyon tona ulaşmıştır (TKİ, 2024). Türkiye’nin kömür ithalatı 2021 yılına kadar

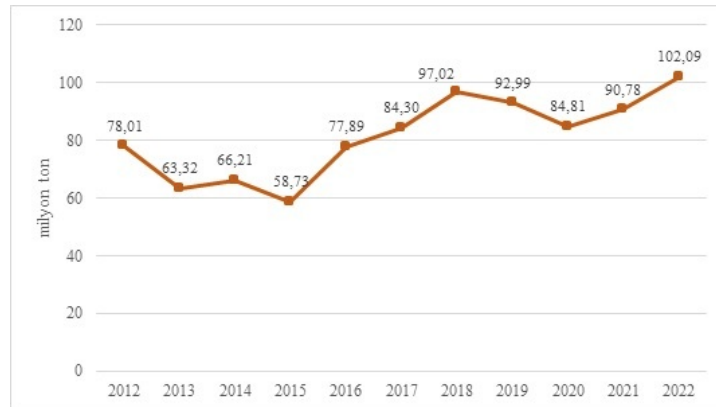
Kolombiya ve Rusya olmak üzere iki ülkeden yaklaşık eşit oranlarda yapılmaktaydı. 2022 Şubat ayında ortaya çıkan Rusya-Ukrayna savaşı nedeniyle uygulamaya konulan Avrupa Birliği ambargolarıyla birlikte Rusya'nın ithalatımızdaki payı da hızla artmış ve 2022 yılında %51'e, 2023 yılında %70'e kadar yükselmiştir. 2023 yılında dört ülkeden (Rusya, Kolombiya, Avustralya ve ABD) yapılan kömür ithalatı toplam ithalatın %95'i düzeyindedir. 2022 yılı ithalatı 37,6 milyon ton, 2023 yılı ithalatı ise yaklaşık 36 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Rusya'dan yapılan ithalat 2021 yılında 14 milyon ton, 2022 yılında 19 milyon ton ve 2023 yılında 25 milyon ton olmuştur (Kömürder, 2024, ss. 9-10). Bu değerlerden 2023 yılında 36 milyon ton ithalatın 25 milyon tonu yani yaklaşık %70'inin Rusya'dan gerçekleştiği görülmektedir.



Şekil 4.11. Türkiye Kömür İthalatında Ülke Payları

*Kaynak: TMMOB, 2024, s. 135

Şekil 4.11.'de kömür ithalatında Rusya'nın payının %70'in üzerinde olduğu görülmektedir. Şekil 4.12.'de son 2012-2022 arası linyit üretim seyri görünmektedir ve 100 milyon tonu aşmıştır.



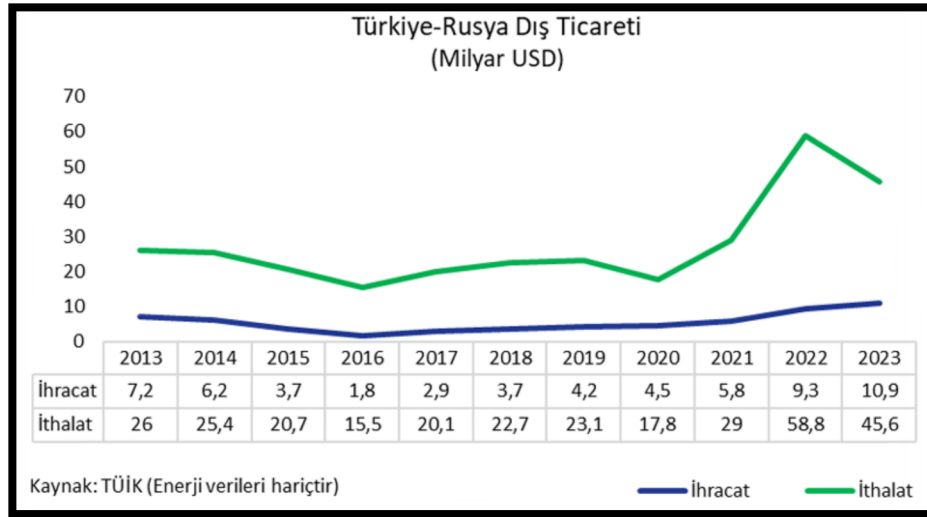
Şekil 4.12. Türkiye Linyit Üretimleri

*Kaynak: ETKB, 2024

2022 yılında Türkiye’de toplam kömür üretimi 105,37 milyon ton iken 119,8 milyon ton kömür tüketilmiştir (ETKB, 2024). Elektrik üretim santrallerinde 2023 yılı itibariyle ithal kömürden elektrik üretimi yaklaşık toplam üretimin %22’si olan 72 GWh, yerli kömürden %14 ile yaklaşık 46 GWh gerçekleşmiştir (EÜAŞ, 2023). 2022 yılında Rusya kökenli kömür tedarik maliyetlerinin görece düşmesi ve küresel doğal gaz fiyatlarındaki yükseklik, tercihin kömür santrallerinden yana olmasını doğurmuş ve elektrik üretimi %31,43 ile o yıla dek en yüksek düzeyini bulmuştur. 2023 yılında bu eğilim daha da ileri boyuta ulaşmış ve kömür kaynaklı elektrik üretiminin payı %36,3 düzeyine ulaşmıştır (TTK, 2023).

4.1.4. Enerji Bağımlılığında Rusya’nın Yeri

Türkiye dış ticaret açığı veren ülkelerden birisidir. Dış ticaret açığındaki en büyük kalemlerden birisi de enerji kaynakları ithalatıdır. Doğal olarak Türkiye’nin Rusya ile ekonomik ilişkilerinde ciddi oranda dış ticaret açığı vermesi anlaşılabilir durumdur. Çünkü Türkiye doğal gaz, petrol ve kömürde gerçekleştirdiği ithalatın 1/3’ü Rusya’dan gerçekleşmiştir. Türkiye Rusya ile olan ticaretinde net ithalatçı yani ithalatı ihracatından oldukça yüksektir.

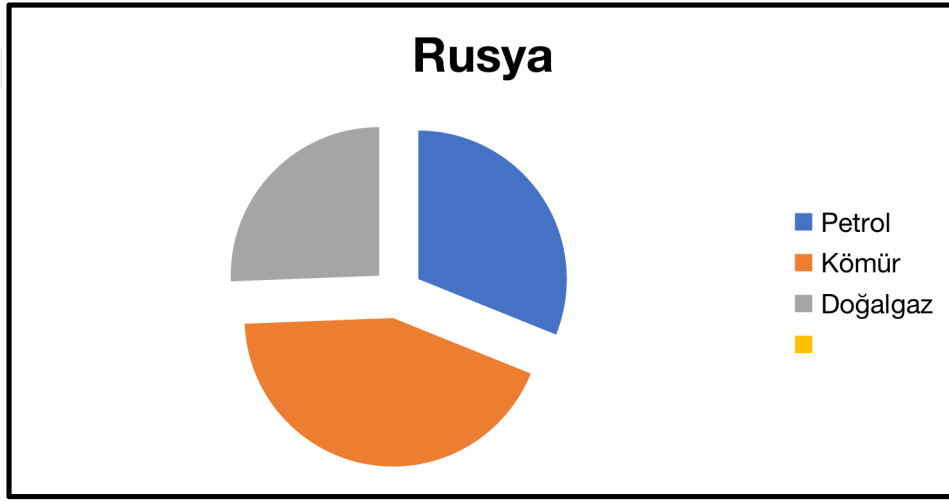


Şekil 4.13. Türkiye-Rusya Dış Ticareti

*Kaynak: DEİK, 2024

Şekil 4.13.’te görüldüğü üzere 2023 yılında Türkiye’nin Rusya’ya ihracatı bir önceki yıla göre %17 artarak 10,9 milyar USD seviyesine yükselmiş, Rusya’dan ithalatı ise %22 daralarak 45,6 milyar USD olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile Türkiye 2023 yılında

34,7 milyar USD dış ticaret açığı vermiştir. Dış ticaret hacmi ise 56,5 milyar USD olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin Rusya'dan enerji ithalatı 2023 yılında 29.464 milyar USD olmuştur. Türkiye Rusya'nın ihracatında ikinci sırada, ithalatında üçüncü sıradadır. Türkiye'ye ihracatı 2022 yılı itibarıyla 58,8 milyar USD iken ithalatı 9,3 milyar USD olmuştur (DEİK, 2024). Rusya ihracatının yaklaşık %20'sini Çin'e ve %10'unu Türkiye'ye gerçekleştirirken benzer şekilde ithalatının %27'sini Çin'e, %6'sını Almanya'ya ve %3,4'ünü Türkiye'ye gerçekleştirmektedir. Rusya'nın 2020 yılında 592 Milyar USD ihracatının 348 milyar USD'i enerji olmuştur (DEİK, 2024). Türkiye'nin Rusya ithalat pazarından aldığı pay yıllar içerisinde artış göstermiştir. 2016 yılında %1 seviyesine gerileyen pay ikili ilişkilerin ivme kazanmasıyla 2022 yılında %3,4 seviyesine yükselmiştir (DEİK, 2024).



Şekil 4.14. Rusya'dan Fosil Yakıt İthalat Yüzdeleri

Sonuç olarak yukarıdaki Şekil 4.14.'te Rusya'dan ithalat miktarlarının oransal büyüklüğü pasta grafiği olarak verilmiştir. Yüzde olarak en fazla kömür, sonra petrol ve ardından doğal gaz gelmektedir. Verilere göre fosil yakıtların üçünde de Türkiye'nin Rusya'dan enerji ithalatı en fazladır ve 2023 yılında petrol %51, kömür %71, doğalgaz %42 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin Rusya'ya ihracatı son yıllarda artan iş birliği etkisiyle artsa da enerji ithalatının büyüklüğü bağımlılık oluşturmaktadır.

4.2. Türkiye'nin İlk Nükleer Güç Santrali

Türkiye'nin nükleer tarihçesi 1955 yılında atom enerjisinin barışçıl amaçla kullanımına dair anlaşma ve 1957 yılında Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) kurucu üyesi olması ile başlamıştır. IAEA, nükleer teknolojinin keşifleri ve çeşitli kullanımları tarafından yaratılan korku ve beklentilere yanıt olarak 1957'de kurulmuştur. Kurum nükleer güvenlik, emniyet,

denetim ve işbirliği faaliyetlerinde bulunmaktadır. 1962 yılında nükleer araştırma reaktörü kurulmuş ve 1970’li yıllara kadar bilimsel araştırma şeklinde nükleer çalışmalar devam etmiştir. 1977-2008 yılları arasında finansman modelleri, siyaset sorunları ve ihalelerin sonuca erdirilememesi nedeniyle farklı ülkeler ile nükleer santral kurma girişimleri başarısız olmuştur (Yamaç, 2021, s. 3).

4.2.1. Akkuyu NGS Sözleşmesi

Yer seçimi çalışmaları neticesinde Mersin-Akkuyu sahası 1976 yılında yer lisansı olarak süreç başlamıştır. Değişik yıllarda 4 defa girişimde bulunulmuş, 2010 yılında beşinci girişimde hükümetler arası anlaşma ile Türkiye ve Rusya arasında Akkuyu’da projesi başlamıştır. Bu bölümde nükleer enerjide siyasi tartışmalardan arındırılmış, sözleşmedeki önemli hususlar ve içerikleri analiz edilecektir. Aşağıda ilgili Milletlerarası Andlaşma kararı bulunmaktadır. Ayrıca Ek-1’de bu sözleşmenin tamamı bulunmaktadır.

12 Mayıs 2010 tarihinde Ankara’da imzalanan ve 15/7/2010 tarihli ve 6007 sayılı Kanunla onaylanması uygun bulunan ekli “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”nın onaylanması; Dışişleri Bakanlığının 16/8/2010 tarihli ve HUMŞ/182338 sayılı yazısı üzerine, 31/5/1963 tarihli ve 244 sayılı Kanunun 3 üncü maddesine göre, Bakanlar Kurulu’nca 27/8/2010 tarihinde kararlaştırılmıştır (T.C. Resmi Gazete, 6 Ekim 2010).

T.C. Başbakanlık tarafından kabul edilen Dışişleri Bakanlığının kanun tasarısında da nükleer enerji gerekçesi aşağıdaki gibidir.

Dünya genelinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik politikaların yanı sıra, nükleer enerjinin rolünün küresel ölçekte yeniden tartışılmaya başlandığı; ayrıca, yeni enerji teknolojilerinin ticarileşme süreci üzerinde arayışların yoğunlaştığı ve iklim değişikliğine ilişkin duyarlılıklar ekseninde öncelik kazandığı görülmektedir. Dolayısıyla pek çok gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede nükleer enerjinin kullanımı yaygınlaşmakta ve enerji karmaları içindeki payı giderek artmaktadır. Nükleer enerjinin nitelikleri ve sahip olduğu üstünlükler bakımından enerji arz kaynaklarımıza entegrasyonunun, devletimizin tüm temel enerji stratejileri ve politikaları ile uyumlu olduğu görülmektedir (T.C. Başbakanlık, Kanun Tasarısı. 29.06.2010. sayı:2867).

Akkuyu NGS Antlaşması hukuki açıdan anayasa gereği usulüne göre onaylanmış, kanun hükmünde ekonomik, ticari, teknik bir milletlerarası anlaşma olup emredici ve bağlayıcı normlar taşımamaktadır (Aykul, 2011). Türkiye ve Rusya arasında resmi gazetede yayınlanan Milletlerarası Andlaşma maddeleri uyarınca sözleşmeden çıkarılacak önemli hususlara bakmak gerekir. Yap-işlet-sahip ol modeli ilk kez uygulanmakta, finansman tamamen Rusya’ya aittir. Rusya’nın payı hiçbir zaman %51’in altında olamayacaktır. Elektrik satın alma anlaşmasına göre 60 yıllık işletme süresinin ilk 15 yılı üretilen elektriğin %50’si Türkiye tarafından 12,35 sent/kWh bedel ile satın alınacak, diğer %50’sini Rusya yurtiçi piyasaya

satacaktır. Kalan 45 yıl için Rusya piyasaya elektriğin tamamını satacak, Türkiye net karın %20'sini alacaktır. Rusya Türkiye tarafından alınan elektrik için kullanılmış yakıt ve atık yönetimi için 0,15 sent/kWh ve ileride işletmeden çıkarma için 0,15 sent/kWh ilgili hesaplarına ödeme yapacaktır. Akkuyu santralinin ve elektriğin sahibi işletme başlangıcından söküme kadar Rus şirketi olacaktır. Santral sahasının mülkiyeti Türk Devletinin, kullanım hakkı Akkuyu Nükleer A.Ş'nindir.

Yap-işlet-sahip ol (BOO) modeli Türkiye gibi nükleer santral işine yeni başlayan ve tecrübe kazanmak isteyen bir ülke için risklerine rağmen uygun görünmektedir (Yamaç, 2021, s. 48). Üretim hedefi olan 35 milyar kWh elektrik yılda yaklaşık 3,6 milyar USD doğal gaz ithalatına karşılık gelmektedir. Rusya'da nükleer enerji eğitimi alan Türk öğrenciler enerji bakanlığının değil özel şirketin personeli olarak çalışacaklardır (Yamaç, 2021, ss. 49-50). Türkiye 4 reaktörde yıllık 35 milyar kWh'in yarısı için yıllık yaklaşık 2,2 milyar USD satın alma ücreti ödeyecektir. Türkiye diğer yarısını almaz ise doğal gaz maliyeti 1,8 milyar USD olacaktır. Sabit fiyat dönemi bittikten sonra Rusya elektrik fiyatını belirleyecektir. Bu fiyat 12 cent kabul edilirse yılda 4,4 milyar USD, %20 Türkiye'nin payı 840 milyon USD olacak. Türkiye 4,4 milyar USD ödeyip 840 milyon USD almış olacaktır (Güler, 2020, ss. 66-104). Santralin yaşam döngüsü boyunca Türkiye ekonomisine 50 milyar dolar katkı sağlayacağı, Rusya'ya ise uzun vadeli bir gelir kaynağı yaratacağı tahmin edilmektedir (Siccardi, 2024, s. 17).

4.2.2. Sözleşmede Riskli Hususlar

Sözleşmede ESA (Elektrik Satınalma Anlaşmasında-Madde 10) 5. fıkraya göre aşağıdaki gibi 15 yıl boyunca Türkiye üretilen elektriğin toplam %50'sini 12,35 sent/kWh ağırlıklı ortalama fiyattan almayı taahhüt etmektedir.

TETAŞ, Proje Şirketi'nden, ESA'da belirtildiği şekilde, NGS'de üretilmesi planlanan elektriğin -Ünite 1 ve Ünite 2 için % 70'ine (yüzde yetmiş) ve Ünite 3 ve Ünite 4 için % 30'una (yüzde otuz)- tekabül eden sabit miktarlarını her bir güç ünitesinin ticari işletmeye alınma tarihinden itibaren 15 (on beş) yıl boyunca 12.35 (on iki nokta otuz beş) Amerika Birleşik Devletleri (ABD) senti/kWh ağırlıklı ortalama fiyattan (Katma Değer Vergisi dahil değildir) satın almayı garanti eder (T.C.Resmi Gazete, 2010).

ESA 6. fıkra “Proje Şirketi, Ünite 1 ve Ünite 2'de üretilmesi planlanan elektriğin % 30'unu (yüzde otuz) ve Ünite 3 ve Ünite 4'de üretilmesi planlanan elektriğin % 70'ini (yüzde yetmiş), kendisi veya enerji perakende tedarikçileri vasıtasıyla serbest elektrik piyasasında satacaktır” (T.C. Resmi Gazete, 2010). ESA 10. fıkra “ESA'nın ayrılmaz bir parçası olarak TETAŞ ve Proje Şirketi arasında mutabakata varılan tarife kademelerinde, elektrik fiyatındaki yıllık değişim, projenin geri ödemesinin sağlanması açısından, fiyat limiti üst tavanı 15.33 (on beş nokta otuz üç) ABD senti/kWh olmak üzere Proje Şirketi tarafından hesaplanır”. Sözleşme

madde 5 “Her bir Güç Ünitesi için ESA'nın sona ermesini müteakip, ancak her bir Güç Ünitesinin ticari işletmeye giriş tarihinden sonra 15 (on beş) yıldan daha erken olmamak kaydıyla, Proje Şirketi, NGS ömrü boyunca, NGS Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4 için, Türk Tarafı'na yıllık bazda Proje Şirketi'nin net kârının % 20'sini verecektir”. Burada en erken 15 yıl ile net kar alınması ne zaman başlayacak ve bu kar nasıl hesaplanacaktır konusunda ucu açık bir ifade bulunmaktadır. Burada Türkiye'nin 15 yıl süre ile yıllara göre hangi fiyattan (12,35 sent/kWh ve 15,33 sent/kWh) alacağı net görünmemektedir. Ayrıca Rus şirketinin piyasaya satacak elektriğin fiyatı ve elektrik piyasasını ne ölçüde etkileyeceği ön görünmemektedir. ESA 8. fıkra “Birim fiyat bileşenlerine eskalasyon uygulanmaz. ESA dönemi içinde birim fiyatta artış talep edilmez. İşbu Anlaşma'nın imza tarihinden sonra Türk kanunları ve düzenlemelerindeki değişiklikler nedeniyle ortaya çıkabilecek maliyetteki değişiklikler, ESA'ya göre TETAŞ tarafından satın alınan elektrik yüzdesi ile orantılı olarak TETAŞ'a yansıtılır” maddesi bulunmaktadır (T.C. Resmi Gazete, 2010). Mevzuat değişiklikleri ve anlaşma birim fiyatın hangi koşullar altında değiştirilebileceği konusunda net değildir. Sözleşmede 5. madde 6. fıkra “Projenin yatırım ve işletme dönemlerini kapsayan risklerin sigortalanması sorumluluğu sözleşmeye göre Proje Şirketine aittir”. Ancak bu sigortanın tutarı ve detayları sözleşmede belirtilmemiştir (Ülgen, 2011, s. 127). Teknoloji transferi anlaşmanın 3. maddesinin son fıkrasında “ taraflarca mutabakata varılacak ayrı koşullar çerçevesinde yürütülecektir” denerek zamanı, kapsamı belli görülmemektedir. Bu durum, bir NGS kurulmasının en temeldeki gerekçesi olan nükleer teknoloji transferine belirsizlik getirmektedir (Dalbudak, 2012). Hükümetlerarası Anlaşmanın 12. maddesinin 1. fıkrasına göre “nükleer yakıt, proje şirketi ve tedarikçiler arasında yapılan uzun dönemli anlaşmalar bazında tedarikçilerden temin edilecektir”. Burada pratikte Türkiye herhangi bir tedarikçi konusunda zorunluluğu yoktur ancak Rus tedarik şirketi söz konusudur. 12. maddenin 2. fıkrasına göre: “Taraflarca mutabık kalınabilecek ayrı bir anlaşma ile Rus menşeli kullanılmış nükleer yakıt, Rusya Federasyonu'nda yeniden işlenebilir. Diğer tedarikçilerin yakıtını yeniden işlemek gibi Rusya'nın planı bulunmamaktadır. Kullanılmış yakıt Rusya'ya ne zaman, nasıl gidecek, ne kadar santral sahasında bekleyecek ve Rusya'da yeniden işlendikten sonra Türkiye'ye nasıl gelecek ve nasıl depolanacak soruları mevcuttur (Pekar, 2014, ss. 11-12). Serbest fiyat döneminde kalan kar Türkiye açısından ödenen miktara göre düşüktür. Rusya hem santrale sahip olacak hem kazanç elde edecektir. Rusya'nın değişken elektrik fiyatı uygulama, nükleer yakıt çevrimi ve elektrik sağlama, bakım-onarım ve arıza durumlarını kaldıraç olarak kullanma durumları olabilecektir (Güler, 2020, s. 101) . 2023 yılında gün içi piyasası yıllık ağırlıklı ortalama fiyatı 2.137,39 TL/MWh olarak

gerçekleşirken yıllık PTF aritmetik ortalaması 2.189,30 TL/MWh, yıllık SMF aritmetik ortalaması ise 2.160,84 TL/MWh olarak gerçekleşmiştir (EPİAŞ, 2023, s. 25). Buradan 2023 yılı elektrik fiyatı ortalama 2160 TL/MWh veya 2,16 TL/kWh olmaktadır. USD fiyatı 34 TL kabulü ile elektrik fiyatı 6,35 sent/kWh olmaktadır. İlk dönem olan 15 yıl süresinde Türkiye 12,35 sent/kWh fiyattan üretilen elektriğin yarısını alacak, Rusya'da diğer yarısını piyasaya 6,5-7 sent/kWh civarında satması durumunda fiyat ortalama 9,5-10 sent/kWh olması beklenmektedir. Satın alma sözleşmesinin geçerli olacağı 15 yıl boyunca elektriğin piyasa fiyatı 12,35 sent/kWh'nin altına düşerse, Türkiye pahalı bir fiyattan elektrik satın almış olacak. Finansal risklerin önemli bir kısmının proje şirketine ait olduğu durumlarda, ortalama yüksek satın alma fiyatının bu riskleri karşılayacak şekilde yüksek olması beklenebilir. Ancak, satın alma sözleşmesinde belirtilen sabit fiyat çok yüksek görünmemektedir. Bu nedenle, proje fiyatının serbestleştirilmiş elektrik piyasasındaki toptan fiyatlardan oldukça yüksek olacağı veya bir şekilde Rusya hükümetinin bütçesi tarafından destekleneceği varsayımı altında belirlenmiş olması gerekir. Genel görüş ikinci seçeneğe eğilimlidir; yani, bu projenin bir şekilde politik nitelikte olduğuna ve Rusya hükümeti tarafından yönlendirilip desteklendiğine dair yaygın bir inanç vardır (Ülgen, 2011, s. 128).

Sözleşmeden çıkarılabilecek maddelere göre, ilk 15 yıl Türkiye'nin santralden alacağı elektrik 12,35 sent/kWh ile 15,33 sent/kWh arasında olacağı görülmektedir. Rusya'nın satacağı elektrik fiyatı belirsiz olup üretim başladıktan sonra yıllar içinde belirli hale gelecek görülmektedir. Satın alma anlaşmasının 15 yıllık dönemi bittikten sonra üretilen elektrik satışından kalan karın nasıl hesaplanacağı ve %20'sinin Türkiye'nin ne zaman almaya başlayacağı net değildir. Birim fiyatlardaki artışlar ve sigorta bedelleri sözleşmede belirtilmemiştir. Nükleer enerjide önemli olan teknoloji transferi ve kapsamı belirli görünmemektedir.

Türkiye, nispeten düşük riskler alarak ve proje şirketinin üstlendiği riskler ışığında çok pahalı olmayan kısmi bir satın alma garantisi vererek elektrik üretim kapasitesine önemli bir ekleme yapmayı planlıyor. Ancak, siyasi amaçların varlığı orta ve uzun vadede önemli bir risk olarak görülmelidir. Proje şirketinin karını artırma ve maliyetini düşürme durumunda nükleer güvenlik tedbirlerinde azalma, maliyetler artışında Rus şirketin fiyat artışı talebi olduğunda devletin yaklaşımı önemli olacaktır. Finansal açıdan, Akkuyu projesi Türkiye için avantajlı bir proje olmasına rağmen Türkiye'deki denetim ve uygulama kapasitesinin yetersizliği tüm risklerin proje şirketi tarafından üstlenildiği bir nükleer projenin güvenlik ve emniyet riskleri

olabileceği değerlendirilmelidir. Hukuki ve teknik uzman personel eksikliği ayrıca sorun oluşturabilir.

4.3. Nükleer Enerji ile Rusya'ya Bağımlılığın Artması

Türk-Rus ilişkilerinde karşılıklı bağımlılık ilişkisinde ve enerji politikalarında Türkiye'nin jeopolitik önemi, enerji talebi, ülkeler arasındaki ekonomik ilişkiler belirleyicidir (Abbasgil, 2017, s. 63). Türkiye'nin, ticari mallar ve hizmet ihraç etmesi, çok sayıda Rus turistini ülkeye gelmesi, Rusya'dan petrol, kömür, doğalgaz gibi enerji kaynaklarını ithal etmesi ekonomik ilişkilerdir. Türkiye ile Rusya arasındaki politik nedenlerden kaynaklanan sorunlar ekonomik ilişkileri etkilemeden giderilebilmektedir (Abbasgil, 2017, s. 74). Türkiye ve Rusya, politik çatışmaların ticaret ilişkilerine etkisini sınırlamayı amaçlayan bir kompartmanlaştırma stratejisi izlemektedirler (Demiryol, 2018, ss. 1438-1455). Türkiye-Rusya ilişkileri güçlü ekonomik bağlara ve güvenlik iş birliğine rağmen, kurumsallaşmamış ve liderlerinin kişiselleştirilmiş kararlarına büyük ölçüde bağımlıdır. Her iki ülke de birbirlerini yeterince iyi müttefikler olarak görmektedir (Balta, 2019, s. 86). Enerji, iki ülke arasındaki ilişkileri belirleyen bir faktördür. Türkiye'nin Rusya ile ilişkilerinde Batı ile dengeleme politikasını yansıttığı görülmektedir. Ancak bu dengeleme hareketi, Türk-Rus ilişkilerini karakterize eden Rusya'nın lehine olan ve Türkiye'nin karar alma mekanizmasını kısıtlayan asimetrik karşılıklı bağımlılığı belirgin bir şekilde azaltmamıştır.

Rusya'nın Ukrayna'ya karşı savaşı Türkiye-Rusya ilişkilerinin dinamikleri değiştirmiştir ve Rusya'nın Türkiye'ye olan bağımlılığını bile arttırarak Türkiye'ye önemli bir konum kazandırmıştır. Ancak bu değişim, ülkelerin temelindeki asimetriyi önemli ölçüde değiştirmemiş, daha çok karşılıklı bağımlılıkların ince bir şekilde yeniden ayarlanmasını yansıtmaktadır (Ülgen, 2024). İki ülkenin ilişkilerine karşılıklı bağımlılık yaklaşımıyla bakıldığında, Türkiye'nin fosil yakıtlara ihtiyacı nedeniyle ilişkilerde genellikle asimetrik karşılıklı bağımlılık durumu yaşanmaktadır (Dağlı, 2021, s. 141). Rusya için, Ukrayna Savaşı ve batı yaptırımları Türkiye'nin ne kadar önemli olduğunu göstermiştir ve Türkiye'ye yaptığı ihracatındaki artış sebebiyle asimetrik karşılıklı bağımlılık artmıştır (Balaban, 2023, s. 122). Rusya, enerji rotaları açısından önemli konumu ve ekonomik olarak gelişen bir pazarı olması nedeniyle Türkiye'yi kaybetmek istememektedir (Aslan ve Işılak, 2020, s. 143). Ayrıca Rusya Akdeniz'e inmek için Türkiye'nin jeopolitik konumuna ihtiyaç duymaktadır (Koutroumpis, 2020, s. 46). Türk-Rus ilişkileri, karşılıklı bağımlılık açısından değerlendirildiğinde Türkiye enerji ithal eden bir ülke olması nedeniyle dezavantajlı, ancak coğrafi açıdan önemi ve enerji alanında Rusya'nın

önemli bir müşterisi olması nedeniyle avantajlıdır. Karşılıklı bağımlılıkta olumsuz bir gelişmede her iki tarafında eşit düzeyde olmasa da kaybedeceği yaklaşımı Türkiye ve Rusya arasında görülmektedir (Abbasgil, 2017, s. 78). Uzun vadede iki aktör arasında asimetrik karşılıklı bağımlılık ve hiyerarşik bir ilişki olduğunu göstermektedir (Demiryol, 2018, ss. 1438-1455).

Son yıllarda yaşanan Akkuyu nükleer santralindeki gelişmeler, doğal gaz, kömür ve petrol ticareti, Rusya'nın Türkiye'de bir gaz merkezi kurma teşviki ve doğal gazdaki fiyat indirimleri, yakın gelecekte bağımlılığın arttığı göstermektedir (Siccardi, 2024, s.18). Rus şirketinin elektrik satışından kazandığı geliri ülkesine transfer etmesi halinde Türkiye'nin cari işlemler tablosu olumsuz etkilenebilir (Aktepe ve Gökkaya, 2023, s. 2978). Akkuyu projesi, iki ülkenin istenmeyen asimetrik bağımlılıklar yerine karşılıklı olarak bağımlı olduğu Rusya ve Türkiye arasında stratejik bir ortaklığı geliştirmektedir (Eral, 2015). Elektrik üretimini önemli oranda doğal gazdan sağlayan ve en büyük tedarikçisi olan Rusya tarafından nükleer santralin kurulması ve elektrik satın alma anlaşması ile elektrik piyasası önemli oranda Rusya'nın etkisine olabilecektir (Dalbudak, 2012).

BOO modeli ile Türkiye'nin santral üzerinde egemenlik ve otoritesinin, elektrik fiyatlarında kontrolünün azalması Rusya'ya bağımlılık oluşturmaktadır. Türkiye santrale sahip olmuyor üretilen elektriği satın almış oluyor. Rusya Rosatom'u dış politika aracı olarak nüfuz elde etme amacıyla kullanabilecektir (Güler, 2020, ss. 66-104). Akkuyu NGS elektrik satın alma anlaşmasının dövizle olması rezervleri etkileyecektir. Akkuyu projesinin stratejik yatırım kapsamına alınması Rusya'nın kazanımlarını artırmıştır (Telli, 2017, s. 171). Türkiye gibi ilk defa nükleer teknoloji edinmek, nükleer enerjinin teknolojik karmaşıklığı nedeniyle uzun vadeli bağımlılığa yol açabilir. Türkiye'nin Rusya teknolojisine yüksek oranda bağımlılığı, nükleer düzenleyici olan Türkiye'nin nükleer güvenlik prosedürlerini oluşturmak için tecrübesi olmadığından ve Rusya'dan yardım alması gerekliliği, bağımlılık ihtimalini artırmaktadır (Alkış ve Gergiieva, 2023). Türkiye'nin 60 yıllık nükleer santral hayalinden sonra, Türkiye'nin bu anlaşmadan ticari veya stratejik anlamda neler elde edip etmediği uzun yıllar boyunca tartışılmaya devam edilecek gibi gözükmektedir (Özel ve Uçar, 2019, s. 25). Santralde Türk çalışanlar olmasına rağmen yönetim kurulunda herhangi bir Türk bulunmamaktadır.

Tesisin İncirlik ABD üssü ve Ceyhan petrol aktarma tesisine yakınlığı önemlidir. Türkiye'nin Rusya ile bağımlılığının derinleşmesi Rusların bunu koz olarak kullanarak NATO üyesi Türkiye'yi etkilemek ve ittifak içinde bölünmeleri zorlayabilecektir. Türkiye'nin Rusya'ya

politikasını değiştirmesi nükleer santral nedeniyle zorlaşacaktır (Krzyşanowska, 2023). Finansman, nükleer teknoloji, insan kaynağı, yakıt tedariki ve atık yönetimi açısından yüksek bağımlılık nedeniyle tamamen Rosatom kontrolünde olan Mersin Akkuyu projesi değişen dünya dinamikleri nedeniyle gözden geçirilmeli ve yerel katkı artırılmalıdır (gt, 2024). BOO sözleşmesi Türkiye gibi nükleere yeni başlayan bir ülke için oldukça cazip iken Moskova için pahalıdır. Nükleer enerji projesi Rusya'ya olan bağımlılığı azaltmıyor, tersine 60 yıl işletme ve ardından işletmeden çıkarma süresiyle tarafları birbirine bağlamaktadır. Tesis ayrıca İncirlik ve Kürecik yakınında olması nedeniyle Rusya tarafından radar sistemi ve asker bulundurulması talebini getirebilir, bu da önemli politik risktir (Tol, 2024).

Akkuyu projesi, daha geniş ekonomik ve siyasi ilişkiler gz önünde bulundurulduğunda, iki ülkenin istenmeyen asimetrik bağımlılıklar yerine karşılıklı olarak bağımlı olduğu Rusya ve Türkiye arasında stratejik bir ortaklığı güçlendirmektedir. Türkiye'de daha geniş ikili ilişki ve ulusal enerji karışımı dikkate alındığında bağımlılık daha az asimetrik görünmektedir (Siddi ve Silvan, 2024). Nükleer enerji teknolojisi; uranyumun madenden çıkarılması, dönüşümü ve zenginleştirilmesi, yakıt imalatı, santrallerin ve reaktörlerin inşası, işletilmesi, bakımı ve devre dışı bırakılması, nükleer atıkların depolanması, işlenmesi ve bertarafı gibi karmaşık bir tedarik zincirini içerir (Markard ve diğ., 2020, s. 5). Nükleer sektörde bağımlılığın üç ana aşaması uranyum ham maddesinin elde edilmesi, uranyumun zenginleştirilmesi, reaktör inşaatı ve diğer hizmetlerdir (Siddi ve Silvan, 2024). Doğal uranyum üretimi bir grup ülkede yoğunlaşmışken, küresel tedarik zincirleri nispeten esnek ve çeşitlidir. Ancak, uranyum zenginleştirme ve nükleer reaktörlerin inşası ve bakımı, yalnızca birkaç ülkenin sahip olduğu çok daha fazla teknolojik bilgi birikimi gerektirir. Nükleer sanayisi henüz olmayan bir ülkede reaktör inşası, gerekli teknolojinin sağlanması ve santrali işletmek için personel eğitiminden başlayarak çeşitli türde bağımlılıkları içerir. Ayrıca, bazı nükleer reaktörler, rneğin Rosatom'un VVER (Akkuyu'da kullanılan) reaktörleri çoğunlukla reaktör üreticisi tarafından üretilen yakıt çubuğu türleri gerektirir. Farklı şirketler artık bu reaktörler için yakıt üretme kapasitesi geliştirmeye çalışmaktadırlar, ancak üretimleri şimdilik sınırlı kalmaktadır. Nükleer atıkların arıtımı konusunda uzun vadeli jeolojik depolama tesisi hiçbir yerde bulunmadığından, çoğu proje atıklarını ıslak havuzlarda ve sahadaki kaplarda depolamaktadır. Rosatom, sözleşmelerinde kullanılmış yakıtın işlenmesini ve depolanmasını sağlayan bir şirkettir. Yakıtın yeniden işlenmesi ve yeniden kullanılması kapasitesi yalnızca birkaç ülkede geliştirilmiştir ve hala çok sınırlıdır (Siddi ve Silvan, 2024). Bu aşamalar birbirine bağlıdır ve en büyük uranyum

ihracatçısı Rusya'ya Türkiye açısından bağımlılık getirmektedir. Rus tedarikine yetkili bir nükleer yakıt alternatifi bulunmamakta ve Rosatom ile ortaklığın sonlandırılması, tesisteki operasyonların geçici olarak durdurulması anlamına gelebilir (Lorenzini ve Giovannini, 2022). Elektrik fiyatı eleştirilerine karşı tüm mali sorumluluk Rusya'ya aittir, Türkiye yatırım maliyetinden muaftır ancak güvenlik önlemlerinin ve yönetmeliklerin sıkı bir şekilde sağlanması şartıyla anlaşma ekonomiktir (Mehmetoğlu, 2020, s. 18). Ancak Akkuyu anlaşması söylemlerdeki gibi ulusal olmasından ziyade bir elektrik satın alma anlaşması şeklinde görünmektedir (Mehmetoğlu, 2020, s. 26).

	DÜŞÜK	%	BAZ	%	YÜKSEK	%
2021	284.773		295.913		307.753	
2022	293.486	3,1	307.045	3,8	331.924	7,9
2023	305.258	4,0	321.445	4,7	349.759	5,4
2024	313.490	2,7	333.023	3,6	365.321	4,4
2025	321.022	2,4	342.994	3,0	378.540	3,6
2026	328.180	2,2	352.695	2,8	391.763	3,5
2027	335.631	2,3	362.732	2,8	405.552	3,5
2028	343.534	2,4	373.772	3,0	421.543	3,9
2029	351.246	2,2	384.443	2,9	436.600	3,6
2030	359.252	2,3	395.918	3,0	453.590	3,9

Şekil 4.15. Yıllar İçinde Brüt Elektrik Tüketim Tahmini (GWh)

Şekilde 4.15.'te düşük, baz ve yüksek senaryo için elektrik talep değişim tahminleri verilmiştir (TEİAŞ 10 Yıllık Talep Tahminleri Raporu 2021-2030, s. 54). Baz senaryoya göre Akkuyu NGS tüm üniteleri ile 2026 yılında işletmeye geçer ise 352.695 GWh Türkiye toplam elektrik üretim değerine karşılık santralde üretilmesi planlanan 35 GWh değeri toplam talebin %10'una karşılık gelecektir. 2030 yılında Türkiye toplam üretimi olan 395.918 GWh yani %8,8'ini Akkuyu NGS karşılayacaktır.

5. SONUÇ

Türkiye'nin uzun yıllardır enerji talebinin dışa bağımlılığı %70 seviyesindedir. Bu talebinin büyük çoğunluğu petrol, doğal gaz ve kömürden gelmektedir. Türkiye'nin fosil yakıt ithalatında Rusya en büyük paya sahiptir. 2023 yılındaki yaklaşık 35 milyar USD olan Rusya'ya karşı olan dış ticaret açığının büyük çoğunluğu fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Yenilenebilir enerjiden elektrik üretimimiz yaklaşık %50'ye ulaşmıştır ve önümüzde yıllarda bu oranın artması öngörülmektedir. Ayrıca son yıllarda doğal gaz ve petrolde iç üretim giderek artmaktadır. Karadeniz gazının üretiminin yıllar içinde artması beklenmektedir. Bu nedenle doğal gaz ithalatı yüzdesi düşecektir. Elektrifikasyon yani elektrikli araçlar ve enerji depolama sistemleri olarak bataryaların yaygınlaşması ile petrol ithalat yüzdesi de düşecektir.

Ülkelerin ithalatçı, ihracatçı ve transit olması ile enerji güvenliğindeki farklılaşma belirgin hale gelmektedir. Ekonomik faaliyetlerin temel girdisi olan enerji ülkelerin ödemeler bilançolarını önemli ölçüde etkilemektedir. Enerji maliyetlerinin enflasyon ve üretimde etkileri nedeniyle uluslararası ticari rekabette sorunlar oluşmaktadır. Bu nedenle ülkemiz enerji karmasında çeşitlilik, yerli ve yenilenebilir enerjinin yaygınlaştırılması, enerji verimliliği, enerji depolama sistemlerinin kullanılması, elektrifikasyon ve karbon salınımını düşürmek amacıyla enerji politikaları yürütmektedir. Bu politika stratejilerinden birisi de nükleer güç santrali projesini gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada yapılan araştırmada sonucunda, Akkuyu NGS projesinin Rusya ile gerçekleştirilmesinin nedenleri şu şekilde özetlenebilir; devletlerarası anlaşma olması, Rusya'nın güvenilir tedarikçi olması, en iyi finansman koşullarını Rusya'nı sağlaması, nükleer yakıt tedarikinde pazarda lider olmasıdır ve nükleer atık yönetimini yapacak olmasıdır. İki ülke arasındaki anlaşma maddelerinde elektrik satın alma maddelerinin değerlendirilmesi, fayda-maliyet ve elektrik üretim analizi yapılmıştır. Kavramsal çerçeve içinde yapılan analiz sonucunda şu sonuçlara varılmıştır. Neoliberal bir perspektifle ele alındığında, enerji güvenliği yaklaşımda aktörlerin iş birliği, karşılıklı kazanım beklentisi ve uzlaşım başlıca hedeflerdir. Türkiye ile Rusya arasındaki devletlerarası iş birliği ile yapılan Akkuyu NGS yapım, işletme ve işletmeden çıkarma süreci olarak yaklaşık yüz yıllık bir süreci kapsamaktadır. Fosil yakıtlardan farklı olan kullanımıyla nükleer enerjinin neoliberal yaklaşımda açıklaması uzun vadede belirsiz kalmaktadır. Neorealist yaklaşıma göre, enerji ulaşılması gereken bir emtiadır, aksi takdirde olası bir arz kesintisinde her sektörde çok ciddi problemler ortaya çıkacağı gibi ülkelerin mali kayıpları da benzer şekilde artabilecektir. Bu nedenle devletlerin ithal enerjiye bağımlılıklarını azaltmak için kaynak çeşitliği yaratmak zorunda oldukları görülmektedir. Akkuyu NGS'nin Rusya iş

birliğiyle yapılsa da ülke sınırları içinde olması nedeniyle bu rasyonel yaklaşımin tercih edildiği anlaşılmaktadır. Nükleer enerjinin bazı çevresel riskler barındırması, yapım sürecinin uzunluğu ve yüksek maliyetli olmasına rağmen ülkelerin neorealist bir perspektifle ulusal çıkarları için nükleer enerji inşa ettikleri anlaşılmaktadır. Akkuyu NGS de devletler arası bir anlaşma olması ve çeşitli risklerine rağmen enerji arzını azaltmak, i üretimi artırmak ve ithalatı azaltmak, barışçıl nükleer teknolojiye ve yetişmiş insan gücüne ulaşmak amacıyla inşa edildiği görülmektedir. Rusya ise, Rosatom ile büyük güç olma iddiasıyla yaptığı ve yapacağı nükleer güç santrallerini bağımlılık yaratma amacıyla kullanmaktadır.

Türkiye ve Rusya arasındaki elektrik satın alma anlaşmasına göre, ilk 15 yıl üretilen elektriğin yarısı Türkiye tarafından 12,35-15,33 sent/kWh arasında satın alınacaktır. Diğer yarısı Rusya tarafından piyasa fiyatına satılacaktır. Kalan 45 yıl elektriğin tamamı Rusya tarafından piyasaya satılacak ve karın %20'sini Türkiye alacaktır. Burada Türkiye'nin satın alma fiyatının yıllar içinde ne olacağı, Rusya'nın satacağı fiyatın ne olacağı ya da Türkiye'nin alacağı net kar oranı belirsiz görünmektedir. Buradan 2010 yılında yapım sürecine başlayan santralin son söylemlere göre 2028 yılı sonunda işletmeye alınacağı temel alınır ve bu tarihten itibaren en az 60 yıl işletme süresi olduğu düşünülürse günün şartlarına göre sözleşmede ve satın alma anlaşmasında iki tarafın onaylarıyla değişiklik yapılması beklenebilir. Fosil yakıtlar yanında nükleer enerji ile Rusya'ya yeni bir bağımlılık maddesi eklenmiş olmaktadır. Santralin işletme, bakım, yakıt ve söküme kadar olan kısmında, elektrik fiyatlarında bağımlılık getireceği görülmektedir. Akkuyu projesi daha geniş ikili ilişki ve enerji karışımı dikkate alındığında fosil yakıtlara göre daha az asimetrik bağımlılık getirmektedir. Ülkemizde 2024 Eylül ayı sonu itibariyle 261,5 GWh elektrik üretimi gerçekleşmiştir. Yılsonu itibariyle 350 GWh yani 350 milyar kWh elektrik üretimine ulaşılacaktır. 2025 yılında 380 GWh ve 2035 yılında 510 GWh üretime ulaşılması beklenmektedir. Buradan Akkuyu NGS'de hedef 35 milyar kWh yani 35 GWh elektrik miktarının toplam üretim yüzde 10'u olacağıdır. Ancak bu hedefin tutması 2024 sonu itibariyle bütün reaktörler üretime geçer ise gerçekleşebilirdi. NGS'nin tüm reaktrleriyle üretime geçeceği tarih 2028 sonu hedeflenmektedir. Yani 2028 sonu itibariyle üretilen elektrik, artan toplam ülke elektrik üretiminde %10 değerinin altında olacaktır ve yıllar içinde toplam üretim içinde payı gittikçe düşecektir. Ayrıca santralde üretilen elektriğin %7'si i tüketimde kullanılmakta, planlı ve plansız santral duruşlarını da hesaba katıldığında net santral çıkışının daha düşük olması beklenebilir. Sonuç olarak santralde net olarak şebekeye verilecek elektrik ve uzun iletim hatlarında kaybı sonucu net tüketim miktarına göre yüzde

daha düşük olacak, yılları içinde ülke toplam elektrik üretimi artışı nedeniyle bu yüzde düşecektir. Diğer bir ifadeyle, elektrik üretiminde bağımlılık yüksek olmayacaktır.

2023 yılına göre Türkiye'nin Rusya'dan ithalatı %71 kömür, %51 petrol, %42 doğal gaz olarak gerçekleşmiştir. Akkuyu NGS'de üretilen elektrik toplam ülke elektriğinin %10'unun altında olacaktır ve üretim sabit olduğundan yıllar içinde toplam üretimin içinde payı yüzde olarak düşecektir. 2035 hedefleri doğrultusunda fosil yakıtlarda yüzde olarak düşmesine rağmen miktar olarak önemli düşüş beklenmemektedir. Dolayısıyla Akkuyu NGS'de Rusya'ya bağımlılık oranının enerji güvenliği açısından petrol, doğal gaz ve kömüre göre daha düşük olacağı beklenmelidir. Burada nükleer santralin inşası, işletilmesi, yakıt tedarikinde ve teknolojisinde Rusya'ya çok yüksek bağımlılık getirecektir. Fayda-maliyet analizi olarak santral Türkiye açısından maliyetsiz 20 Milyar USD inşa, işletme ve söküm faaliyetlerini içerecektir. Üretilen elektriğe eş değer doğal gaz kullanılmaması, karbon salınımı avantajı, istihdam gibi avantajlarda Türkiye'ye santralin işletme süresi toplamında 50 milyar USD fayda sağlayacaktır. Elektrik satın alma anlaşmasına göre Türkiye Rusya'ya yıllık 2,2 milyar USD olmak üzere ilk 15 yıl en az 33 milyar USD ödeme yapacaktır. Sonraki 45 yılda ödeme yapmayacak karın %20'sini alacaktır. Rusya ilk 15 yılın yarısını ve 45 yılın tamamında ürettiği elektriği piyasaya satarak işletmesini yapacaktır.

Türkiye'nin enerji ihtiyacı ve coğrafi önemi Rusya ile karşılıklı bağımlılık ilişkisini asimetrik şekilde oluşturmaktadır. Rusya-Ukrayna Savaşı nedeniyle Türkiye'nin Rusya nezdinde önemi artmıştır. Nükleer enerji santrali Türkiye tarafından tahsis edilen arazide tamamen Rusya tarafından yapılan, işletilen ve elektrik satışının yapıldığı bir projedir. Burada Rusya ile Türkiye arasında karşılıklı bağımlılık bulunmaktadır. Rusya NATO üyesi bir ülke toprağında bu projeyi gerçekleştirerek politik güç ve üretilen elektrikten maddi kazanç sağlayacaktır. Türkiye ise uzun yıllardır gerçekleştiremediği nükleer enerji hedefini finansal yüke girmeden gerçekleştirerek, enerji çeşitlendirmesini ve daha düşük karbon salınımı sağlamış olacaktır. Rusya'nın bu santrali politik güç olarak Türkiye üzerinde kullanma veya santrali kapatma durumunda yapım masrafları ile üretilen elektrikten kazanç sağlayamaması büyük kayıp olacaktır. Nükleer düzenleme ve denetleme faaliyetleri ilk santral olması nedeniyle Türkiye açısından teknoloji bağımlılık getirmektedir. Türkiye bunu uzun yıllardır nükleer enerjiye geçememe nedeniyle kabul etmiştir. Nükleer teknolojinin kurulması ve yerli sanayicilerin yararlanmasını sağlayacaktır. Akkuyu proje sahasının tamamen Rus şirkete tahsisi Akdeniz ve Ortadoğu'ya yakınlığı nedeniyle stratejik risk getirebilir. NATO ve Amerika açısından nasıl

karşılanacağı önümüzdeki yıllar görülecektir. Yüksek üretim kapasiteli, sürekli çalışan, karbon salınımı çok düşük, ileri teknoloji elektrik enerjisi sektörüne önemli faydaları olacaktır.

Akkuyu NGS, sınırlı bilgilere sahip olursa da çevresel açıdan ele alınmıştır. Akkuyu NGS yapım süresince ÇED raporuna göre olumsuz etkilerin engellenmesine ve hafifletilmesine, doğal çevrenin korunmasına yönelik alınacak önlemler, tedbir ve taahhütler bulunmaktadır. Ancak ÇED Nihai Raporu erişime açık olmadığından detaylı analizler verilememiştir. Akkuyu NGS projesi insan, çevre ve işletmeyi korumak için derinlemesine güvenlik prensibi ile beş farklı katma ile güvenliği sağlayacaktır. Tasarım temelli, saha koşulları temelli kazaların işletmede önlenmesi, tasarım temeli dışındaki kazaların önlenmesi, yönetimi ve acil durum planlaması bulunmaktadır. Çevreye radyoaktif maddelerin yayılmasını sınırlandırmak için aktif ve pasif sistemler, reaktör kor erimesi durumunda çekirdek erimesini önleyici sistemler vardır. Ayrıca Fukuşima kazasında pasif sistemlerin çalışmasını tsunami nedeniyle engelleyen durum bertaraf edilmiştir. Karbon salınımında yıllık yaklaşık 12-18 milyon ton arasında CO₂'ye eşdeğer azalma olabilecektir. 1000 MW başına nükleer 2.5 milyon ton CO₂, doğal gaz 0,7 milyon ton CO₂ azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Nükleer santralde yıllık üretilen elektriğin kullanılmayacak doğal gaz karşılığı 3,6 milyar USD'dir.

Çalışmada ulaşılan diğer sonuçlar da şu şekildedir. Akkuyu NGS tamamen Rusya'nın inşa ettiği, elektrik sattığı bir projenin Türkiye toprağında sağlanmasıdır. Türkiye bedel ödmeden Rusya'ya inşasını, işletmesini, nükleer yakıt tedarikini yaptırmaktadır. Bu sayede Türkiye uzun yıllardır gerçekleştiremediği nükleer enerji işine girmiş, enerji karmasını çeşitlendirmiş olmakta, karbon salınımını azaltmakta, yüksek teknolojiye girmektedir. Rusya'da bir NATO toprağında tesis kurup üretim yapabilecek ve gelir elde edebilecektir. Akkuyu NGS Türkiye enerji bağımlılık yüzdeleri açısından fosil yakıtlardan daha düşük düzeyde bir bağımlılık getirmektedir. Enerji güvenliğini sağlamak için çeşitlendirmeye katkısı olacaktır. Enerji konusunda Rusya'ya yeni bir bağımlılık maddesi eklenmekte ancak daha az enerji arz riski içermektedir. Bu proje Türkiye ve Rusya arasında ikili ilişkiler bağlamında karşılıklı bağımlılığı artıracaktır.

Türkiye'de nükleer enerji konusunda çalışma yapmak isteyen araştırmacılara yapımı planlanan Sinop nükleer güç santrali ile Akkuyu arasındaki farklar ve Türkiye elektrik üretiminde, nükleer teknolojiye erişiminde, yerli sanayinin gelişmesinde ne ölçüde ilave getirilerinin olduğu analiz edilmesi önerilmektedir. Ayrıca Akkuyu NGS'nin uzun yıllar işletmede olacağı söz konusu olduğundan elektrik satın alma fiyatlarının değişim koşullara

göre ne olduğu, yıllık üretim değerleri, nükleer atıkların nasıl değerlendirildiği ve çevreye olumsuz etkilerin olup olmadığına dair detaylar araştırılmalıdır.



KAYNAKLAR

- Abbasigil, S. (2017). Son dönemde gelişen Türk-Rus ilişkilerinin enerji perspektifinden analizi. *Bariş Araştırmaları ve Çatışma Çözümleri Dergisi*, 4(2), 50-83. <https://doi.org/10.16954/yalovabaccd.289277>.
- ABD Enerji Bakanlığı (25 Ocak 2024). *Five facts on nuclear energy*. <https://www.energy.gov/ne/articles/infographic-five-fast-facts-about-nuclear-energy-2020>.
- Akkuyu NGS Elektrik Üretim Anonim Şirketi. (2013). *Akkuyu Nükleer Güç Santrali Akkuyu Sahası Yer Raporu*. Üniteler 1, 2, 3, 4 AKU. C.010.&&&&&&&.002.HC.0004 Cilt 3 Revizyon 1 Moskova.
- Aktepe, C. ve Gökkaya, A. (2023). Türkiye'nin dış ticaret açığı ve nükleer enerji seçeneği. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 15 (4), 2978-2995.
- Ağbulut, Ü. (2019). Turkey's electricity generation problem and nuclear energy policy, *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, DOI: 10.1080/15567036.2019.1587107.
- Akyalçın, L. (2020). Enerjide Temel Kavramlar. *Geleneksel ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları* içinde. Eskişehir : Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Alkış, M. A. (2023). Türkiye in the New World Order: The Nuclear Debate. *Geneva Centre for Security Policy*. May 2023.
- Alkış, A. ve Gergiieva, V. (21 Ekim 2024). *Why Russia may control Turkey's nuclear energy for the next 80 years*. Bulletin of Atomic Scientists. <https://thebulletin.org/2023/02/why-russia-may-control-turkeys-nuclear-energy-for-the-next-80-years/>.
- Alodalı, M. B., Kocaoğlu, M. ve Usta, S. (2020). Türkiye'de enerji politikaları ve bölgesel işbirliğinin önemi. *Paradoks Ekonomi Sosyoloji Ve Politika Dergisi*, 16(2), 189-202.
- Alodalı, M. F. B ve Usta, S. (2017). Enerji diplomasisi ve Türkiye. *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*. 19 (33): 163-168.
- Altunakar, S. Ş. (2014). *Enerji ekonomisinin yapısal sorunları ve nükleer enerji örneği* [yayımlanmış doktora tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Altundegir, N. (2020). Strategic Thinking in Resource Diversification: Assessing the Value of Nuclear Energy in Turkey. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting* 14(1): 28-38, 2020; Article no.AJEBA.54625 ISSN: 2456-639X.
- Altunyua, F. B. (2021). *Çok boyutlu bir kavram olarak enerji güvenliği: Türkiye'de enerji güvenliği alanındaki politika yapıcı aktörlerin rolü* [Yayımlanmış doktora tezi]. Maltepe Üniversitesi.
- Anadolu Ajansı. (4 Kasım 2024). *Ekonomi*. <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/enerji-krizi-yasayan-avrupada-fransanın-nukleer-cikisi-yeni-kutuplasmalar-yaratabilir/2392873>.

- Anlar, A. (2017). Farklı bakış açıları ile enerji güvenliği üretici, tüketici ve transit ülkeler: Türkiye örneği. *UİİİD-IJEAS*. 2017 (19):59-88 ISSN 1307-9832.
- Arı, T. (2021). *Uluslararası İlişkiler Teorileri*. Bursa: Aktüel 16 Basım Yayım.
- Artantaş, O. Ç. (2024). Türkiye's nuclear energy aspirations: policy challenges and legal trajectory. *Journal of World Energy Law and Business*, 2024, 201–214 <https://doi.org/10.1093/jwelb/jwae005> Advance access publication 12 April 2024.
- Aslan, D.H. ve Işılak, S. (2020). Russia-Turkey Energy Relations after 2002: The Asymmetry of Interdependence. *Spoleczeństwo i Polityka* 2020 2 (63) 125-146.
- Atakan, Y. (2024). *Nükleer Reaktörler'in Radyasyon Güvenliği Nasıl Artırılarak Kaza Riski Sıfıra Yaklaşır?* İstanbul: Sarmal Kitabevi.
- Atom Media (12 Eylül 2024). *Advantages of nuclear energy*. <https://atommedia.online/en/reference/preimushhestva-atomnoj-energetiki/>.
- Atom Media (12 Eylül 2024). *Akkuyu NPP (Turkey) Safety*. <https://atommedia.online/en/reference/bezopasnost-proekta-aes-akkuju/>.
- Avanesyan, M. (2023). The role of nuclear and renewable energy in ensuring the energy security of Türkiye in the face of new challenges of geo-economic development. *Journal of Political Science: Bulletin of Yerevan University*, Vol. 2 (2(5)), September 2023, Pp. 34-55, DOI:10. 46991/JOPS/2023.2.5.034.
- Aykul, Ö. (16 Ekim 2024). *Mersin-Akkuyu Nükleer Güç Anlaşmasının Hukuksal Açısından Değerlendirilmesi*. <https://www.aykultopcu.com/habervemakele-186-mersin-akkuyu-nukleer-guc-santrali-anlasmasinin-hukuksal-acidan-degerlendirilmesi>.
- Bağlı, A. (2022). *Türkiye'nin enerji güvenliğinde Rusya ile işbirliği: Akkuyu nükleer santrali* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi]. TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi.
- Bahçe, A. ve Gümüş, Ö. (2016). Orta Asya ve Kafkasya'da Nükleer Enerji Açısından Türkiye'nin Mali Beklenti ve Riskleri: Praksiyolojik Bir İnceleme. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(26/2). <https://doi.org/10.12780/uusbd.53081>.
- Balaban, G. (2023). The impacts of the Ukraine conflict on Türkiye-Russia economic relations. *RUSAD* 9, 2023, 105-126 doi: 10. 48068/rusad.1271140.
- BALTA, E. (2019). From Geopolitical Competition to Strategic Partnership: Turkey and Russia after The Cold War. *Uluslararası İlişkiler / International Relations*, 16(63), 69–86. <https://www.jstor.org/stable/26771801>.
- Bayraktar, A. (2022). Enerjide Milli Teknoloji Hamlesi. Mehmet Fatih Kacır, Muzaffer Şeker ve Mürsel Doğrul (Ed.). *Milli Teknoloji Hamlesi* içinde DOI: 10. 53478/TUBA.978-625-8352-16-0.ch19.
- Belen, T. (2015). *Enerji arz güvenliği risk endeksi oluşturulması için bir model önerisi ve nükleer santrallerin risk üzerindeki etkisinin ölçülmesi* [yayımlanmış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.

- Bilgin, M. (2017). Turkey's Energy Strategy: Synchronizing Geopolitics and Foreign Policy with Energy Security. *Insight Turkey Vol. 17 / No. 2 / 2015*, pp. 67-81.
- Bilgin, M. (2022). Enerji. Şaban Kardaş, Ali Balci(Ed.). *Uluslararası İlişkilere Giriş* içinde (617-627). İstanbul: Küre Yayınları.
- Birdişli, F. (2011). Ulusal Güvenlik Kavramının Tarihsel ve Düşünsel Temelleri. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* Sayı: 31 Yıl: 2011/2 149-169.
- B.M. (2024). *Energy Statistics Pocketbooks*. New York.
- Bowen, M. (2023). Nuclear Energy's Role in a Decarbonized Future. *The global future of nuclear energy*, Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/resrep53006.5>.
- BP. (2024). *Energy Outlook*. New York.
- Bundle. (2024). Nükleer enerji. *Fiziğin Gizemleri içinde*. Sayı 2024/02.
- Burchill, S. ve Linklater, A. (2019). *Uluslararası İlişkiler Teorileri*. İstanbul: Küre Yayınları.
- Coşkun, E. ve Erdal, L. (2022). Türkiye'nin Doğu Akdeniz Siyaseti;Oyun Teorik Yaklaşımı. Levent Ersin Orallı (Ed.). *Enerji Politikaları ve Güvenliği* içinde. Ankara: Meteksan Matbaacılık.
- Cagman, S., Yıldız, A., Güven, A. ve Ü. Ünver. (2023). Energy Efficiency Research In Fans and Experimental Investigation of the Effect of Motor Frequency. *Kocaeli Journal of Science and Engineering*, 6(1), 26-34. <https://doi.org/10.34088/kojose.1134625>.
- Çelik, İ. , Çeker, A ve Belge, R. (2015). Nükleer Enerji: Türkiye ve Dünya Ölçeğinde Bir Değerlendirme. *Yeni Fikir International Journal of Academic Research and Ideas*, Volume:7 issue:15, 55-68.
- Çengel, Y. ve Boles, M. A. (2008). Giriş ve Temel Kavramlar. Ali Pınarbaşı (Ed.). *Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla* içinde. İzmir: Güven Kitabevi.
- Çıtak, E. ve Pala, K. P. B. (2016). Yenilenebilir Enerjinin Enerji Güvenliğine Etkisi. *Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi- Süleyman Demirel Üniversitesi*. 3(25): 79-102.
- ÇSB (12 Eylül 2024). *Akkuyu NGS Hakkında Basın Açıklaması*. <https://www.csb.gov.tr/akkuyu-ngs-hakkinda-basin-aciklamasi-bakanlik-faaliyetleri-1189>.
- Dağlı, F. Ö. (2021). Putin dönemi Rusya-Türkiye ilişkilerinde enerjinin rolü. *RUSAD* 6, 2021, 131-153 doi: <http://dx.doi.org/10.48068/rusad.964280>.
- Davis, A. J. (2022). *The Role of Nuclear Energy in the Global Energy Transition*. Oxford Institute for Energy Studies. OIES Paper: ET14.
- DEİK. (10 Ekim 2024). *Dış Ticaret Verileri*. <https://www.deik.org.tr/bilgi-merkezi-dis-ticaret-verileri>.
- DEİK. (2024). *Rusya Bilgi Notu*. Ocak 2024.

- Demir, S. (2012). *Elektrik enerjisi üretimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Basımevi.
- Demiryol, T. (2023). Küresel Siyaset ve Enerji. Evren Balta (Ed.). *Küresel Siyasete Giriş* içinde (677-700). İstanbul: İletişim Yayınları.
- Demiryol, T. (2018). Türkiye-Rusya ilişkilerinde enerjinin rolü: asimetrik karşılıklı bağımlılık ve sınırları. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 17 (4), 1438-1455.
- Dışkaya, S. K. (2017). Türkiye'nin Enerji Güvenliğinde Yenilenebilir Enerji Etkisinin Politik Ekonomi Perspektifi. *Marmara Üniversitesi Siyasal Bilimler Dergisi*, Cilt 5, Sayı 2, Eylül 201.
- Dışkaya, S. K. (2016). *Türkiye'nin enerji güvenliği sorununun küresel politik ekonomi yönünden analizi* [Yayımlanmış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Dikmen, B. A. ve Buhari, D. (2022). Çevre ve Uluslararası İlişkiler. Seçkin Barış Gülmez ve Didem Buhari (Ed.). *Uluslararası İlişkilere Giriş* içinde. Ankara: Meteksan Matbaacılık.
- Dunne, T., Kurki, M., Smith, S. (2021). *Uluslararası İlişkiler Teorileri*. Ankara: Felix Kitap.
- Ege, A. (2021). Radyasyon yayma ve atom enerjisiyle patlamaya sebebiyet verme suçlarına bilimsel ve hukuki perspektiften bir bakış. *Hacettepe HFD*, 11(2) 2021, 1467-1523 s.1480.
- Ekonomim Gazetesi. (19 Ekim 2024). *Enerji* <https://www.ekonomim.com/sektorler/enerji/enerji-uzmanlari-turkiyenin-rusyaya-bagimliliği-cok-riskli-hale-geldi-haberi-733064>.
- Ember. (2024). *Global Electricity Review*.
- Ember. (2024). *Türkiye Elektrik Görünümü*.
- EPDK. (2024). *Sektör Raporu*. Ankara.
- EPDK. (2024). *Petroleum Market Annual Report 2023*. Ankara.
- EPİAŞ. (2024). *EPİAŞ 2023 Yılı Faaliyet Raporu*.
- Eral, M. (2015). Nükleer güç santralleri ve ülkemiz. *Ege Üniversitesi Nükleer Bilimler Enstitüsü Nükleer Teknoloji Anabilim Dalı* 12/1/2015.
- Erçandırılı, Y. (2021). Yeşil Teori. Ramazan Gözen (Ed.). *Uluslararası İlişkiler Teorileri* içinde. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Erdoğan, E. (2007). Nuclear power in open energy markets: A case study of Turkey. *Energy Policy* 35 (2007) 3061–3073.
- Ergün, S. ve Polat, M. A. (2012). Nükleer enerji ve Türkiye'ye yansımaları. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi İdari Bilimler*, ISSN: 2147-0936 Vol. 1, No. 2, 2012, 34-58. www.inijoss.com.

- ETKB. (1 Ağustos 2024). *Nükleer santraller ve ülkemizde kurulacak nükleer santrale ilişkin bilgiler*.https://enerji.gov.tr/Media/Dizin/SGB/tr/Belgeler/5915665nukleer_santraller_ve_ulkemizde_kurulacak_nukleer_santrale_iliskin_bilgiler.pdf.
- ETKB. (2022). *2022 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu*.
- ETKB. (3 Kasım 2024). *Elektrik*. <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>.
- ETKB. (4 Kasım 2024). *Kömür*. <https://enerji.gov.tr/bilgimerkezi-tabiikaynaklar-komur>.
- EÜAŞ. (2023). *2023 Yılı Faaliyet Raporu*. Ankara.
- Evans, G. ve Newnham, J. (2007). *Uluslararası İlişkiler Sözlüğü*. İstanbul: Bilim Basın Yayın.
- Furuncu, Y. ve Akbaş, Z. (2019). Neoliberal teori ekseninde küreselleşmenin Türkiye'nin enerji politikaları üzerindeki etkileri: enerji ticareti boyutu. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* www.esosder.org Electronic Journal of Social Sciences ISSN:1304-0278 Ekim/October(2019) - Cilt/Volume:18 - Sayı/Issue:72 (1724-1741).
- Gazbir (18 Ağustos 2024). *Çalışmalar Dünyada ve Türkiye'de enerji görünümü*. <https://www.gazbir.org.tr/uploads/file/Dunya-ve-Turkiye-Enerji-Gorunumu.pdf>
- Gözen, R. (2021). *Uluslararası İlişkiler Teorileri*. İstanbul: İletişim Yayınları.
- Grigoriadis, İ. N. ve Gheorghe, E. R. (2022). The Akkuyu NPP and Russian-Turkish Nuclear Cooperation: Asymmetries and risks, *Eliamep | Policy Paper #100/2022*.
- Gökçe, O. Z. (2018). The role of energy interdependence in shaping world politics [Yayımlanmış doktora tezi]. Sabancı Üniversitesi.
- Güler, M. Ç. (2020). *Building a nuclear empire nuclear energy as a Russian foreign policy tool in the case of turkey*. İstanbul: Cinius Yayınları.
- Gülmez, D. B. ve Dikmen, B. A. (2022). Gezegenel siyaset manifestosunun ardından yeşil teorinin Uluslararası İlişkilerdeki konumu. *Uluslararası İlişkiler*, Cilt 19, No 76, s. 19-38, DOI: 10.33458/uidergisi.1054551.
- Gülmez, S. B. (2022). Ak Gezenler ve Anarşi. Seçkin Barış Gülmez ve Didem Buhari (Ed.). *Uluslararası İlişkilere Giriş* içinde. Ankara: Meteksan Matbaacılık.
- Gülmez, S. B. (2022). Liberalizm: Weteros'ta Kalıcı Barış. Seçkin Barış Gülmez ve Didem Buhari (Ed.). *Uluslararası İlişkilere Giriş* içinde. Ankara: Meteksan Matbaacılık.
- Güneş, İ. (2015). Nükleer enerji Türkiye için doğru bir tercih mi?. *International conference on eurasian economies 2015 session 4d: çevre ve enerji*.
- Güney, N.A. (2017). Where Does Turkey Stand in the Quest for Civilian Nuclear Energy in the Middle East? *PERCEPTIONS, Summer-Autumn 2017, Volume XXII, Number 2-3*, pp. 85-108.

- Gürkaynak, M. ve Yalçın, S. (2009). Uluslararası Politikada Karşılıklı Bağımlılık ve Küreselleşme Üzerine Bir İnceleme. *Uluslararası İlişkiler*, Cilt 6, Sayı 23 (Güz 2009), s.73-92.
- Halperin, S. ve Heath, O. (2012). *Political Research: Methods and Practical Skills*. Oxford University Press New York.
- Hatipoğlu, E. (2019). Enerji Güvenliği. *Güvenlik Yazıları Serisi*, No.44, Kasım 2019.
- IAEA. (2024). *Licensing process for the construction, commissioning and operation of nuclear power plants*. Safety reports series no. 119.
- IAEA. (2024). *Nuclear Power Reactors in the World*. Avusturya.
- IAEA. (2024). *Operating Experience with Nuclear Power Stations in Member States*. Austria.
- IEA. (2023). *World Energy Outlook*.
- IAEA. (2020). *Nuclear Power Reactors in the World*.
- IAEA. (2022). *Nuclear Technology review*.
- IEA. (2022). *Nuclear Power and Secure Energy Transitions From today's challenges to tomorrow's clean energy systems*.
- IAEA. (23 Ocak 2025). <https://www.iaea.org/newscenter/news/nuclear-energy-makes-history-as-final-cop28-agreement-calls-for-faster-deployment>.
- İmer, S. ve Dalbudak, A. (2012). Türkiye’de nükleer güç santrali kurulması ve dış politikaya olası etkileri. *Akademik Bakış* Cilt 5 Sayı 10 Yaz 2012 .
- IRENA. (2024). *Capacity Statistics*.
- Jewell, J. ve Ateş, S. A. (2015). Introducing nuclear power in Turkey: A historic state strategy and future prospects. *Energy Research & Social Science* 10 (2015) 273–282.
- Kakışım, C. (2019). Karşılıklı bağımlılık kapsamında Türkiye-Rusya enerji ilişkilerinin analizi. *Uluslararası Siyaset Bilimi ve Kentsel Araştırmalar Dergisi* Cilt 7, Sayı 1, Mart 2019, ISSN 2630-6263, ss. 67-89 • DOI: 10.14782/ipsus.539186.
- Kantarcıoğlu, V. D. (2018). *Nükleer güç santrallerinde ağır kazalar için 3+ seviye olasılıklı güvenlik analizi yönteminin geliştirilmesi ve Akkuyu nükleer güç santrali için uygulanması* [yayımlanmış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Karabulut, B. (2016). Enerji Güvenliğine Küresel Ölçekte Bir Bakış. *Savunma Bilimleri Dergisi*, Mayıs 2016, Cilt 15, Sayı 1, 31-54.
- Karabulut, B. (2022). *Güvenlik:Küreselleşme Sürecinde Güvenliği Yeniden Düşünmek*. Ankara: Barış Kitabevi.
- Kavaz, İ. (2022). *Türkiye’nin enerjisi politikalar ve stratejiler*. İstanbul: Turkuvaz Yay.

- Kavaz, İ. (2021). *Nuclear Energy in The World and Turkey* in Proceedings of International Conference of Eurasian Economies 2021, pp.296-304, Istanbul, TURKEY and ONLINE.
- Kaya, K. ve Koç, E. (2015). Enerji üretim santralleri maliyet analizi. *Mühendis ve Makina*, cilt 56, sayı 660, s. 61-68.
- Kaya, F. (2016). *Türkiye'nin nükleer enerji politikaları ve Avrupa Birliği* [yayımlanmış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Kaya, F. ve Göral, E. (2016). Türkiye'nin nükleer enerji politikası. *Akademik Bakış Dergisi* Sayı: 57 Eylül - Ekim 2016 Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi ISSN:1694-528X İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Türk Dünyası Kırgız – Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Celalabat – Kırgızistan.
- Kaygusuz, K. ve Avcı, A. C. (2021). Nuclear power in Turkey for low carbon economy and energy security: a socioeconomic analysis. *Journal of Engineering Research and Applied Science* Available at www.journaleras.com Volume 10 (2), December 2021, pp 1881-1889 ISSN 2147-3471114.
- Kıncal, R. Y. (2022). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayıncılık.
- Konukbay, A. (2018). Radyolojik/Nükleer Savunma ve Güvenlik. Burçak Çabuk ve Muammer Tün (Ed.). *KBRN Savunma ve Güvenlik* içinde (67-93). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Konukbay, A. (2018). Radyolojik/Nükleer Savunma ve Güvenlik. Burçak Çabuk ve Muammer Tün (Ed.). *KBRN Savunma ve Güvenlik* içinde (67-93). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Korhan, H. (2010). *Enerji Güvenliği ve Türkiye* [Yayımlanmış doktora tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Kökyay, F. (2020). Neorealizm kuramı ve Türkiye'nin Doğu Akdeniz enerji politikası. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*,9(3),2504-2528. Retrieved from <http://www.itobiad.com/tr/pub/issue/56503/755012>.
- KÖMÜRDER. (2024). *Türkiye'de ve Dünyada Kömür*.
- KÖMÜRDER. (2024). *Türkiye'de kömür ithalatının sınırlandırılarak yerli kömür kullanımının arttırılması gereğine dair rapor*.
- Köroğlu, H. T. (2022). Nükleer Enerji: Fırsatlar, Riskler ve Stratejiler. İsmail Kavaz (Ed.). *Türkiye'nin Enerjisi* (75-96). İstanbul: Seta Yayınları.
- Krzyżanowska, Z. (21 Ekim 2024). *Turkey: first nuclear power plant under Russian rules*. Center for Eastern studies . <https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/analyses/2023-04-28/turkey-first-nuclear-power-plant-under-russian-rules>.
- Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı. (2015). *Nükleer enerji ve Sinop raporu*. Ankara: Salmat Basım.

- Küçükşahin, A. (2006). Güvenlik Bağlamında, Risk ve Tehdit Kavramları Arasındaki Farklar Nelerdir ve Nasıl Belirlenmelidir? *Güvenlik Stratejileri Dergisi* 02-2006, issue:04 page:7-40.
- Linnerud, K., Mideksa, T. K. ve Eskeland, G. S. (2011). The impact of climate change on nuclear power supply. *The Energy Journal*, Vol. 32, No. 1.
- Lorenzini, M. ve Giovannini, F. (21 Ekim 2024). *Bulletin of Atomic Scientists*. <https://thebulletin.org/2022/05/five-reasons-that-russias-nuclear-exports-will-continue-despite-sanctions-and-the-ukraine-invasion-but-for-how-long/>.
- Luft, G. ve Korin, A. (2009). *Energy security challenges for the 21th century, a reference handbook*. Kaliforniya: Greenwood Yay.
- M.I.T. Nuclear Reactor Laboratory (15 Ağustos 20224). *The fission process*. <https://nrl.mit.edu/reactor/fission-process>.
- MAPEV. (7 Ekim 2024). *Yıllar itibariyle ham petrol ve doğal gaz üretimi*. <https://www.mapeg.gov.tr/Sayfa/Petrolistatistik>.
- Markard, J., Bento, N., Kittner, N & Jimenez. A. N. (2020). Destined for decline? Examining nuclear energy from a technological innovation systems perspective. *Energy Research and Social Science* 67: 101512. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101512>.
- Markovska, N. (2016). Addressing the main challenges of energy security in the twenty-first century Contributions of the conferences on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, *Energy* (2016), <http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2016.10.086>.
- Mastanduno, M. (2016). Ekonomik Yönetim. Steve Smith, Amelia Hadfield, Tim Dunne (Ed.). *Dış Politika Teoriler, Aktörler, Örnek Olaylar* içinde (204-221). İstanbul: Röle Yayıncılık.
- Mehmetoğlu, D. S. (2020). *Nuclear Energy in Turkey: Quo Vadis?* İstanbul: Green Agency.
- Midilli, A. (2022). Enerji Politikaları ve Stratejiler. İbrahim Dinçer ve Mehmet Akif Ezan (Ed.). *Enerji: Kavramlar ve Uygulamalar* içinde. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.
- Muellner, N., Arnold, N., Gufler, K., Kromp, W., Renneberg, W., Liebert, W. (2021). Nuclear energy - The solution to climate change? *Energy Policy* 155 (2021) 112363.
- Murray, R. L. ve Holbert, K. E. (2015). *Nuclear Energy An Introduction to the Concepts, Systems, and Applications of Nuclear Processes*. Elsevier: ABD.
- Murray, R. L. ve Holbert, K. E. (2021). *Nükleer Enerji Nükleer Süreç Kavramlarına, Sistemlerine ve Uygulamalarına Giriş*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- NBP. (6Kasım 2024). *Türkiye*. <https://www.nuclearbusiness-platform.com/media/insights/turkiyes-nuclear-energy-diplomacy-a-strategic-approach-to-energy-security>.

- NDK (15 Ağustos 2024). *Akkuyu Nükleer Güç Santrali Gelişmeler*.
<https://www.ndk.org.tr/akkuyu-nukleer-santrali>.
- Öğütçü, M. (21 Ekim 2024). *The game is changing in nuclear energy: What to do next*.
<https://yetkinreport.com/en/2024/03/02/the-game-is-changing-in-nuclear-energy-what-to-do-next/>.
- Özdemir, Y. (2022). *Türkiye'nin Enerji Stratejisi*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Özel, G. E. (2016). Turkey's nuclear issue - the past and future dynamics. *Energy Policy Turkey*. Year 2016 issue:2, 94-103.
- Özel, S. ve Uçar, B. G. (2019). Türkiye-Rusya ilişkilerinin ekonomik boyutu. *EDAM Dış Politika & Güvenlik* 2019/11.
- Tanıdır, Ö. ve Cebeci, M. E. (2013). Investigation of SSR Risk in Akkuyu NEPP Authors *TÜBİTAK MAM Energy Institute, ELECO Ankara, Turkey*.
- Özil, E. Şişbot., Özpinar, A. ve Olgun, B. (2013). *Konvansiyonel elektrik santrallerinde elektrik üretimi*. Elektrik Enerjisi Teknolojileri ve Enerji Verimliliği Cilt III. İstanbul: Tec Print.
- Pala, K. P. B. (2016). Enerji güvenliği bağlamında Avrupa Birliği enerji politikaları. *Dumlupınar Üniversitesi İ.İ.B.F UYES Dergisi*: 48-58.
- Pala, K. P. B. (2019). *Enerji, güvenlik ve neo-realizm: Türkiye'nin enerji güvenliği geliştirme kabiliyeti* [Yayımlanmış doktora tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Pala, P. B. K. (2023). Türkiye Cumhuriyeti'nin ikinci yüzyılında enerji diplomasisine yön veren bölgesel ve küresel denklemler. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 78, 422-430; 2023 DOI: 10. 51290/dpusbe.1359078.
- Pala, P. B. K. (2024). Küresel enerji dönüşümü: yeşil enerji kavramı ve teşvik programları. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi* www.esosder.org *Electronic Journal of Social Sciences®* ISSN:1304-0278 Nisan/April(2024) - Cilt/Volume:23 - Sayı/Issue:90 (599-610).
- Pekar, Ç. B. (2014). *Türkiye'nin nükleer güç santralleri ve nükleer yakıt döngüsü seçenekleri*. EDAM Tartışma Kâğıtları Serisi 2014/4.
- Proskuryakova, L. (2018). Updating energy security and environmental policy: Energy security theories revisited. *Journal of Environmental Management* 223 (2018) 203–2.
- Rosatom (13 Eylül 2024). *The VVER Today*.
<https://www.rosatom.ru/upload/iblock/0be/0be1220af25741375138ecd1afb18743.pdf>.
- Rosatom. (2024). *The VVER Today: Evolution, design, safety*.
- Rosatom (6 Ağustos 2024). *The VVER Today - Evaluation Design And Safety*.
<http://www.rosatom.ru/upload/iblock/0be/0be1220af25741375138ecd1afb18743.pdf>.

- ROSATOM. (2023). Akkuyu NPP Project and Sustainable Development Agenda. *Rosatom Energy International, Joint-Stock Company January 2023*.
- Sağsen, İ. (27 Ağustos 2020). *Enerjide dışa bağımlılık güvenlik ve dış politika meselesidir. Anadolu Ajansı*. <https://www.aa.com.tr/tr/analiz/enerjide-disa-bagimlilik-guvenlik-ve-dis-politikameselesidir/1954717>.
- Sağsen, İ. (2022). Bir güvenlik problemi olarak iklim değişikliğinin uluslararası sistemin yapısı üzerinden değerlendirilmesi. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 58, 40 – 52.
- Sağsen, İ. ve Turan, İ. (2021). The role of Kazakhstan in the energy security of China. *The International Journal of Economic and Social Research*, Vol. 17, Year 17, No. 2 2021.
- Sancak, K. (2013). Güvenlik kavramı etrafındaki tartışmalar ve uluslararası güvenliğin dönüşümü. *KTÜ Sosyal Bilimler Dergisi* Güz:2013 sayı:6 s:124.
- Sandıklı, A. ve Emeklier, B. (2011). Güvenlik Yaklaşımlarında Değişim ve Dönüşüm. *Bu çalışma, 28-29 Nisan 2011’de Kocaeli Üniversitesi’nde düzenlenen Uluslararası Balkan Kongresi’nde sunulan ve Ekim 2011’de Uluslararası Balkan Kongresi: 21. Yüzyılda Uluslararası Örgütlerin Güvenlik Yaklaşımları ve Balkanlar’ın Güvenliği* ismiyle yayınlanan bildiriler kitabında yer alan “21. Yüzyılda Yeni Güvenlik Anlayışları ve Yaklaşımları” başlıklı bildirinin geliştirilmiş şeklidir.
- Schernikau, L. (2024). Nuclear energy in the global energy landscape: advancing sustainability and ensuring energy security? *Oxford Institute for Energy Studies*, February 2024: ISSUE 139.
- Seferinoğlu, M. ve Karagülle, E. C. (2022). *Nükleer Güç santrallerinin Güvenlik İlkeleri Tasarım, Devreye alma, İşletim ve İşletmeden Çıkarma*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Sever, S. D. (2018). Turkey’s nuclear energy policy in the context of environment: a case of Europeanization? *Turkish Studies*, DOI: 10.1080/14683849.2018.1500138.
- Sevim, C. (2012). Küresel enerji jeopolitiği ve enerji güvenliği. *Journal of Yasar University* 2012 26(7) 4378 – 4391.
- Shura. (2023) . *Net Sıfır 2053: Enerji Sektörü için Politikalar*.
- Shura. (2023) . *Türkiye Enerji Dönüşümü Görünümü*.
- Siccardi, F. (2024). The Nexus Between Turkey’s Energy and Foreign Policies. *Carnegie Endowment for International Peace* (2024), Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/resrep58113.4>.
- Siddi, M. ve Silvan, K. (2024). Nuclear energy and international relations: the external strategy of Russia’s Rosatom. *International Politics* <https://doi.org/10.1057/s41311-024-00618-0>.
- Smil, V. (2017). *Energy and Civilization*. London: MIT Press.

- Sorensen, G., Moller, J., Jackson, R. (2021). *Introduction to International Relations*. Oxford University Press
- Sovacool, B. ve Brown, M. A. (2010). Competing Dimensions of Energy Security: An International Perspective. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 2010. 35: 77–108
10.1146/annurev-environ-042509-143035.
- Sovacool, B. K. (2008). Valuing the greenhouse gas emissions from nuclear power: A critical survey. *Energy Policy* 36 (2008) 2950–2963.
- Sovacool, B. K. (2015). Differing cultures of energy security: An international comparison of public perceptions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 55 (2016) 811–822.
- Söylemez, K.A. ve Erdal, L. (2024). Karşılıklı Bağımlılık Perspektifinden Türkiye – Rusya Enerji İlişkilerinde Dengeler: TANAP ve Türk Akım. *European Journal of Educational and Social Sciences*, 9 (1), 31 – 47. <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.11404097>.
- Strojny, J., Krakowiak-Bal, A., Knaga, J., Kacorz, P. (2023). Energy Security: A Conceptual Overview. *Energies* 2023, 16, 5042. <https://doi.org/10.3390/en16135042>.
- Suyundikov, S. ve Gökbel, A. (2023). The Role of Energy in Türkiye-Russia Relations. *Insight Turkey*, Fall 2023, Vol. 25, No. 4 (Fall 2023), pp. 197-222, DOI: 10.25253/99.2023254.12.
- Şöhret, M. (2015). *Nükleer gücün uluslararası ilişkilerde caydırıcılık unsuru olarak kullanılması*. Enerji Diplomasisi. İstanbul: Beta Yayınları.
- Şöhret, M. (2015). Enerji Güvenliğinin Ekonomi Politikası ve Uluslararası Çatışmalara Etkisi. Hasret Çomak, Caner Sancaktar ve Zafer Yıldırım (Ed.). *Enerji Diplomasisi* içinde. İstanbul: Beta Basım.
- T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı. (2015). *Nükleer Enerji ve Sinop Raporu*. Ankara: Salmat Yayın.
- T.C. Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2023). *On İkinci Kalkınma Planı (2024-2028)*.
- TEİAŞ. (2020). *10 YILLIK TALEP TAHMİNLERİ RAPORU (2021-2030)*.
- TESAB. (2021). *Küçük Modüler Reaktörler*. Ankara: Alp Ofset.
- T.C. Başbakanlık Kanunlar ve Kararlar Genel Müdürlüğü. (2010). *Kanun Tasarısı*. 29.06.2010. sayı:2867.
- T.C. Resmi Gazete. (2010). *MİLLETLERARASI ANDLAŞMA*. 6 Ekim 2010 ÇARŞAMBA. Sayı : 27721.
- TEİAŞ. (2022). *55-Türkiye ve Kişi Başı Kurulu Güç Brüt Üretim ve Net Tüketime Yıllar içinde değişimi*.
- TEİAŞ. (2023). *Yük Tevzi Bilgi Sistemi*.

- Telli, A. (2017). Rusya-Türkiye enerji ilişkilerinde Akkuyu'nun rolü: bağımlılık mı, karşılıklı bağımlılık mı? *Alternatif Politika*, Aralık 2017, İklim Değişikliği ve Enerji Özel Sayısı.
- Telli, A. (2016). Türkiye'nin Nükleer Enerji Açılımının İçerik Analizi: Çeşitlendirme mi, Teslimiyet mi? *Bilge Strateji* 8 (14): 47-75.
- Temoçin, P. (2018). Framing Opposition to Nuclear Power: The Case of Akkuyu in Southeast Turkey. *Asian Journal of Peacebuilding* Vol. 6 No. 2 (2018): 353-377.
- TENMAK (15 Ağustos 2024). *Nükleer yakıt çevrimi*. tenmak.gov.tr/2016-06-09-00-43-55/135-gunumuzde-nukleer-enerji-rapor/837-bolum-03-nukleer-yakit-cevrimi.html.
- Terzioğlu, C. (2020). *Nükleer Güç Santrallerinin Finansman Modeli ve Matematiksel Yaklaşımlar*. İstanbul: Yalın Yayıncılık.
- The Guardian. (6 Kasım 2024). <https://www.theguardian.com/environment/2024/sep/20/three-mile-island-nuclear-plant-reopen-microsoft>.
- Thompson, F. J. (2018). *The Rise of Rosatom & Russia's Nuclear Revival* [Yayımlanmış yüksek lisans tezi. University of Washington.
- TKİ. (7 Ekim 2024). *Türkiye Kömür üretim ve tüketim istatistikleri*. <https://www.tki.gov.tr/istatistikler>.
- TMMOB. (2024). *Türkiye'nin Enerji Görünümü Oda Raporu 2024*. yayın no: MMOB/758.
- Tol, G. (21 Ekim 2024). *Nato must wake up to Russia's nuclear power deal with Turkey*. Financial Times. <https://www.ft.com/content/a6296035-fc94-4e21-ba68-8035678f18e5>.
- Topal, B. (1990). *Türkiye'nin elektrik enerjisi talebi istatistik analizi* [Yayımlanmamış Doktora tezi]. İstanbul Üniversitesi.
- Toprak, S. ve Dal, S. (2017). Akkuyu Nuclear Power Plant Cost & Benefit Analysis. *Energy Policy Turkey* (4), 85-91.
- TPOA. (2023). *Petrol ve Doğal Gaz Sektör Raporu*.
- TRT. (17 Ekim 2024). *Ekonomi*. <https://www.trthaber.com/haber/ekonomi/bakan-bayraktar-sakarya-gaz-sahasinda-gunluk-uretim-6-milyon-metrekupe-cikti-873304.html>.
- TTK (17 Temmuz 2024). *2022 Yılı Taşkömürü Sektör Raporu*. <http://taskomuru.net/tr/whiseezu/2023/05/2022YiliTaskomuruSektorRaporu..pdf>.
- Tugrul, B. ve Şimşek, M. (2016). Evaluation of Nuclear Energy in Energy Supply Security for Turkey. *International Journal of Nuclear and Radiation Science and Technology (IJNuRaSaT)* Vol. 1-No.2 (2016)pp.1-4 <http://iakkurt.dergipark.gov.tr/ijnurasat>.
- Turan, İ. (2020). *Çin'in enerji güvenliği politikası Kuşak Yol İnisiyatifi ve Avrasya'da "Yeni Büyük Oyun"*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

- Turan, İ. ve Çelikoğlu, Ş. (2023). *Enerji Güvenliği Açısından Sakarya Gaz Sahası*. Ankara: Berikan Yayınevi.
- Turan, İ. ve Çelikoğlu, Ş. (2024). *Sakarya Gas Field: Energy Security and Geopolitics*. First edition. Istanbul: Ibn Haldun University Press, 2023.
- Türkmen, S. (2020). Enerji trilemması: Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Asead* cilt 7 sayı 6 yıl 2020, s 299-309.
- U. S. Department of Energy. (2023). *The Ultimate Fast Facts Guide to Nuclear Energy*. 2023 FastFactsGuide-NE-Print.indd.
- U.S. NRC (15 Ağustos 2024). *Pellet, fuel*. <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/glossary/pellet-fuel.html>.
- Uzun, A. D. (2016). *Nükleer enerji optimizasyonu: Türkiye için ithal ikameci enerji politikasının geliştirilmesi* [Yayımlanmış doktora tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Ubelacker, E. (2005). *Neden ve Nasıl Enerji*. Ankara: TUDEM Yayınları.
- Ülgen, S. (2011). *The Turkish model for transition to nuclear energy*. İstanbul: EDAM
- Ülgen, S. (6 Kasım 2024). Türkiye and Russia: An Unequal Partnership. <https://carnegieendowment.org/research/2024/10/turkiye-and-russia-an-unequal-partnership?lang=en>
- Üzer, N. G. (2023). *The impact of trade in energy goods on trade in non-energy goods between Türkiye and the Russian federation* [Yayımlanmış doktora tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi.
- Vatansever, Z. H. (2017). Nükleer santrallerin enerji güvenliğine etkisi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi* Cilt: 10 Sayı: 52 Ekim 2017.
- Waltz, K. N. (2015). *Uluslararası Politika Teorisi*. Ankara: Desen Ofset.
- Winzer, C. (2012). Conceptualizing Energy Security. *Energy Policy*. (46): 36-48.
- WNA (15 Ağustos 2024). *How can nuclear combat climate change*. <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/how-can-nuclear-combat-climate-change.aspx>.
- WNA (6 Ağustos 2024). *Uranium Enrichment*. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/conversion-enrichment-and-fabrication/uranium-enrichment>.
- World Energy Council (27 Ocak 2024). *World Energy Trilemma Index* <https://www.worldenergy.org/transition-toolkit/world-energy-trilemma-index>
- World Nuclear Association (6 Ağustos 2024). *Nuclear Power Reactors*. <https://world-nuclear.org/information-library/nuclear-fuel-cycle/nuclear-power-reactors/nuclear-power-reactors>.
- Yamaç, N. (2021). *Türkiye'nin Yarım Asırlık Nükleer Santral Serüveni*. Ankara: Atalay Matbaacılık.

- Yergin, D. (2007). *The Fundamentals of Energy Security*. Committee on Foreign Affairs US House of Representatives Hearing on "Foreign Policy and National Security Implications of Oil Dependence" March 22, 2007.
- Yergin, D. (2006). Ensuring Energy Security. *Foreign Affairs* Vol 85, No:2 pages 69-82.
- Yılmaz, A. H. (2022). Enerji Politikaları ve Stratejiler. İbrahim Dinçer ve Mehmet Akif Ezan (Ed.). *Enerji: Kavramlar ve Uygulamalar* içinde. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.
- Yılmaz, M. (2020). Çevresel Güvenlik Bağlamında Nükleer Enerji Politikaları. *Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 2020, Cilt 1, Sayı 2, 119-130.
- Yılmaz, Ş. ve Mehmetoğlu, D. S. (2016). Linking Foreign Policy and Energy Security: An Asset or a Liability for Turkey, *Uluslararası İlişkiler*, Volume 13, No. 52, 2016, pp. 105-128.
- Zwaan, B. V. D. (2013). The role of nuclear power in mitigating emissions from electricity generation. *Energy Strategy Reviews* 1 (2013) 296e301.

ÖZGEÇMİŞ

Lise eğitimini Yalova’da tamamladı. 1991 yılında girdiği İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik Mühendisliği Bölümünden 1996 yılında mezun oldu. Elektrik mühendisi olarak yurtiçi ve yurtdışı projelerde çalıştı. 2022 yılında Yalova Üniversitesi Enerji Sistemleri Mühendisliği Yüksek Lisans bölümünden mezun oldu. 2025 yılında Yalova Üniversitesi Uluslararası İlişkiler bölümünde yüksek lisans eğitimini tamamlamıştır





EK-1 AKKUYU ANLAŞMASI

6 Ekim 2010 ÇARŞAMBA

Resmî Gazete

Sayı : 27721

MİLLETLERARASI ANDLAŞMA

Karar Sayısı : 2010/918

12 Mayıs 2010 tarihinde Ankara’da imzalanan ve 15/7/2010 tarihli ve 6007 sayılı Kanunla onaylanması uygun bulunan ekli “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”nın onaylanması; Dışişleri Bakanlığının 16/8/2010 tarihli ve HUMŞ/182338 sayılı yazısı üzerine, 31/5/1963 tarihli ve 244 sayılı Kanunun 3 üncü maddesine göre, Bakanlar Kurulu’na 27/8/2010 tarihinde kararlaştırılmıştır.

Abdullah GÜL

CUMHURBAŞKANI

Recep Tayyip ERDOĞAN
Başbakan

C. ÇİÇEK
Devlet Bak. ve Başb. Yrd.

H. YAZICI
Devlet Bakanı

E. BAĞIŞ
Devlet Bakanı

M. V. GÖNÜL
Milli Savunma Bakanı

N. ÇUBUKÇU
Milli Eğitim Bakanı

M. M. EKER
Tarım ve Köyşleri Bakanı

B. ARINÇ
Devlet Bak. ve Başb. Yrd.

F. N. ÖZAK
Devlet Bakanı

S. A. KAVAF
Devlet Bakanı

B. ATALAY
İçişleri Bakanı

M. DEMİR
Bayındırlık ve İskân Bakanı

Ö. DİNÇER
Çalışma ve Sos. Güv. Bakanı

E. GÜNAY
Kültür ve Turizm Bakanı

A. BABACAN
Devlet Bak. ve Başb. Yrd.

M. Z. ÇAĞLAYAN
Devlet Bakanı

C. YILMAZ
Devlet Bakanı

A. DAVUTOĞLU
Dışişleri Bakanı

R. AKDAĞ
Sağlık Bakanı

N. ERGÜN
Sanayi ve Ticaret Bakanı

V. EROĞLU
Çevre ve Orman Bakanı

M. AYDIN
Devlet Bakanı

F. ÇELİK
Devlet Bakanı

S. ERGİN
Adalet Bakanı

M. ŞİMŞEK
Maliye Bakanı

B. YILDIRIM
Ulaştırma Bakanı

T. YILDIZ
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı

TÜRKİYE CUMHURİYETİ HÜKÜMETİ İLE RUSYA FEDERASYONU

HÜKÜMETİ ARASINDA TÜRKİYE CUMHURİYETİNDE AKKUYU

SAHASI’NDA BİR NÜKLEER GÜÇ SANTRALİNİN TESİSİNE VE

İŞLETİMİNE DAİR İŞBİRLİĞİNE İLİŞKİN ANLAŞMA

GİRİŞ

Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti (**Türk Tarafı**) ve Rusya Federasyonu Hükümeti (**Rus Tarafı**);

Türkiye Cumhuriyeti ve Rusya Federasyonu’nun Uluslararası Atom Enerjisi Ajansına üye oldukları ve 1 Temmuz 1968 tarihli Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması’na taraf oldukları hususlarını dikkate alarak;

Türkiye Cumhuriyeti ve Rusya Federasyonu’nun, 26 Eylül 1986 tarihli Nükleer Kazaların Erken Bildirimine İlişkin Sözleşme, 17 Haziran 1994 tarihli Nükleer Güvenlik Sözleşmesi ve 26 Ekim 1979 tarihli Nükleer Maddelerin Fiziksel Korunması Sözleşmesi’ne taraf olduklarına işaret ederek;

6 Ağustos 2009 tarihli Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti arasında Nükleer Bir Kazanın Erken Bildirimine ve Nükleer Tesisler Hakkında Bilgi Değişimine İlişkin Anlaşma'yı dikkate alarak;

Türkiye Cumhuriyeti'nin katılım sürecinde olduğu ve Rusya Federasyonu'nun da taraf olduğu, 5 Eylül 1997 tarihli Kullanılmış Yakıt İdaresinin ve Radyoaktif Atık İdaresinin Güvenliği Üzerine Birleşik Sözleşmesi'ne de işaret ederek;

Türkiye Cumhuriyeti'nin Nükleer Enerji Alanında Üçüncü Taraf Sorumluluğuna İlişkin 29 Temmuz 1960 tarihli Paris Sözleşmesi ile Viyana Sözleşmesi ve Paris Sözleşmesi'nin Uygulanmasına İlişkin 21 Eylül 1988 tarihli Ortak Protokol'e taraf olduğunu ve Rusya Federasyonu'nun 21 Mayıs 1963 tarihli Nükleer Zararlar İçin Sivil Sorumluluğa İlişkin Viyana Sözleşmesi'ne taraf olduğunu tanıyarak;

Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ve Rusya Federasyonu Hükümeti arasında 15 Aralık 1997 tarihli Enerji Alanında İşbirliği Anlaşması'na dayalı olarak Nükleer Enerjinin Barışçıl Amaçlarla Kullanımı alanında, Taraflar arasında işbirliğinin daha etkin hale getirilmesi yönünde çaba göstererek;

Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti arasında 6 Ağustos 2009 tarihli Nükleer Enerjinin Barışçıl Amaçlarla Kullanımına Dair İşbirliği Anlaşması ve Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Rusya Federasyonu Enerji Bakanlığı arasında 6 Ağustos 2009 tarihli Nükleer Güç Mühendisliği Alanında İşbirliğine İlişkin Protokol hükümleri uyarınca;

Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti arasında 15 Aralık 1997 tarihli Yatırımların Karşılıklı Teşviki ve Korunmasına İlişkin Anlaşma kapsamındaki haklar ve yükümlülükler işaret ederek ve

Türkiye Cumhuriyeti'nde Bir Nükleer Güç Santrali İnşasında İşbirliğine İlişkin Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı ile Rusya Federasyonu Başbakan Yardımcısının 13 Ocak 2010 tarihli Ortak Bildirisi'ne atıfta bulunarak,

aşağıdaki hususlarda mutabakata varmışlardır.

MADDE 1

TANIMLAR

İşbu Anlaşma'nın diğer bölümlerinde tanımlanan terimlere ek olarak, aşağıda belirtilen tanımlar işbu Anlaşma kapsamında kullanılacaktır:

Anlaşma; Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ve Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Akkuyu Sahasında bir Nükleer Enerji Santrali Tesisi ve İşletilmesine İlişkin Anlaşma anlamına gelir.

Yetkilendirilmiş Kuruluşlar; Yetkili Makamlar, Türk Kuruluşları ve Rus Kuruluşları anlamına gelir.

Yetkili Makamlar; işbu Anlaşma'nın 4. maddesi kapsamında taraflarca belirlenen makamlar (ve ikameleri) anlamına gelir.

Proje Anlaşmaları; Projeyle ilgili olarak, Proje Şirketi için Elektrik Satın Alma Anlaşması da dahil, ancak bu anlaşma ile sınırlı olmamak üzere, aşağıdaki her bir anlaşma anlamına gelir:

(a) Türk Tarafı veya Türk Tarafı'na kontrol edilen (doğrudan veya dolaylı olarak) veya çoğunluk hissesine sahip olunan (doğrudan veya dolaylı olarak) herhangi bir kuruluş (işbu Anlaşma tarihinde veya daha sonra) ve

(b) Proje Şirketi, herhangi bir Proje Katılımcısı ve/veya Rus Tarafı,

UAEA; Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı anlamına gelir.

Ortak Protokol; Viyana Sözleşmesi ve Paris Sözleşmesi'nin Uygulanmasına İlişkin 21 Eylül 1988 tarihli Ortak Protokol anlamına gelir.

ETKB; Türkiye Cumhuriyeti Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı anlamına gelir.

NGS; nükleer ada(lar), türbin adası(ları), *santral dengesi* ve sahada bulunan tüm yan hizmetler altyapısı da dahil, ancak bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla, Projenin parçası olarak, sahada inşa edilecek nükleer güç santrali anlamına gelir.

Nükleer Yakıt; tam kontrol çubuğu ve yakıt demetleri halindeki nükleer yakıt anlamına gelir.

Paris Sözleşmesi; Nükleer Enerji Alanında Üçüncü Şahıslara Karşı Hukuki Sorumluluğa İlişkin 29 Temmuz 1960 tarihli Paris Sözleşmesi anlamına gelir.

Taraflar; Türk Tarafı ve Rus Tarafı anlamına gelir.

Elektrik Satın Alma Anlaşması (ESA); NGS tarafından üretilen elektriğin alımı ve satışına ilişkin Proje Şirketi ve Türkiye Elektrik Ticaret ve Taahhüt A.Ş. (TETAŞ) arasındaki Anlaşma anlamına gelir.

Proje; saha incelemeleri, tasarım, inşaat, hizmete alma ve tüm işletme ömrü boyunca işletme, atık yönetimi ve sökümü de kapsamak üzere, ancak bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla, Akkuyu Nükleer Güç Santrali Projesi anlamına gelir.

Proje Şirketi; Türkiye Cumhuriyeti kanun ve düzenlemeleri kapsamında, NGS'nin işletilmesi de dahil, ancak bununla sınırlı olmamak kaydıyla, projenin yürütülmesi amacıyla kurulan anonim şirket anlamına gelir.

Proje Katılımcıları; Proje Şirketi'nin her bir yüklenicisi veya alt yüklenicisi (herhangi bir düzeyden) veya

kreditörlerinin ve doğrudan veya dolaylı hissedarlarının herhangi birisi de dahil olmak üzere, ancak bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla, Proje Şirketi Tedarik Zinciri'nin her bir üyesi anlamına gelir.

Rosatom; Rusya Federasyonu Devlet Atom Enerjisi Kuruluşu "Rosatom" anlamına gelir.

Rus Kuruluşları; Rus Yetkili Makamı tarafından ilgili amaca matuf olarak yetkilendirilen Rus devletin kontrolündeki herhangi bir kuruluş anlamına gelir.

Saha; işbu Anlaşma tarihinde Elektrik Üretim A.Ş.'ye (EÜAŞ) ait olan ve Proje Şirketi'ne tahsis edilecek olan Türkiye Cumhuriyeti Mersin İli sınırları içerisinde Akkuyu'da bulunan alan anlamına gelir.

Türk Kuruluşları; Türk Yetkili Makamı tarafından ilgili amaca matuf olarak yetkilendirilen Türk devletin kontrolündeki herhangi bir kuruluş anlamına gelir.

Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4; NGS'nin birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü VVER 1200 (AES 2006 Tasarımı) tipi güç üniteleri anlamına gelir.

MADDE 2

PROJENİN ONAYLANMASI

Taraflar, işbu Anlaşma'yla uyumlu olarak Projenin uygulanmasını onaylarlar. İşbu Anlaşmada aksi belirtilmediği sürece, Taraflar işbu Anlaşma'yı, tüm Türk lisans gereksinimleri de dahil olmak üzere Türk ulusal kanunları, düzenlemeleri ile uyumlu olarak uygularlar.

MADDE 3

AMAÇ VE KAPSAM

1. Taraflar Proje'yle ilgili olarak işbirliği yaparlar.
2. Söz konusu işbirliği, belirtilenlerle sınırlı olmamak üzere, aşağıdaki hususları kapsar:
 - 2.1. NGS'nin tasarımı ve inşası;
 - 2.2. Proje'nin uygulanması için gerekli olan, şebeke bağlantılarıyla ilgili altyapı da dahil olmak üzere, ancak bununla sınırlı olmaksızın, altyapının geliştirilmesi ve inşası;
 - 2.3. Proje'nin uygulanmasının yönetilmesi;
 - 2.4. NGS'nin tasarımı, inşası ve işletiminin tüm aşamalarında Proje'nin güvenilir kalitesinin temin edilmesi;
 - 2.5. NGS'nin işletmeye alımı;
 - 2.6. NGS'nin emniyetli ve güvenilir işletimi;
 - 2.7. NGS tarafından üretilen elektriğin alımı ve satımı;
 - 2.8. NGS'nin modernize edilmesi, denenmesi ve bakımı;
 - 2.9. Tüm işletme ömrü boyunca NGS ile bağlantılı olarak aşınma ve yıpranmaya yönelik yedek parçaların tedariki;
 - 2.10. NGS için ekipman işletmesiyle ilgili tanı ve inceleme düzenlemelerinin geliştirilmesi ve kullanımı;
 - 2.11. NGS işletme personelinin eğitimi ve yeniden eğitimi;
 - 2.12. NGS işletme personelinin eğitimi için simülasyonlar da dahil olmak üzere teknik eğitim tesislerinin geliştirilmesi ve kullanımı;
 - 2.13. NGS emniyeti ile ilgili bilimsel destek;
 - 2.14. NGS'nin fiziksel olarak korunması;
 - 2.15. Nükleer ve radyoaktif materyallerin NGS'teki, NGS'ye gelişlerinde veya NGS'den ayrılışlarında bütünlüklerinin ve fiziksel korumalarının sağlanması;
 - 2.16. Taze nükleer yakıt tedariki;
 - 2.17. NGS işletiminden doğan radyoaktif atıkların arındırılması ve emniyetli yönetimi;
 - 2.18. NGS inşası ve işletiminde kullanım için sistemlerin, ekipmanın, bileşenlerin ve materyallerin tasarımı, imalatı, geliştirilmesi ve üretimi;
 - 2.19. NGS işletiminden doğan kullanılmış nükleer yakıtın güvenli yönetimi;
 - 2.20. Kullanılmış nükleer yakıtın taşınması;
 - 2.21. NGS'ye ilişkin acil durum müdahale planlaması;
 - 2.22. NGS'nin sökümü;
 - 2.23. Türkiye'deki nükleer yakıt üretim tesislerinin kurulması ve işletimi de dahil olmak üzere nükleer yakıt döngüsü;
 - 2.24. Teknoloji transferi ve
 - 2.25. Lisanslama ile nükleer tesisler ve aktivitelerin ve radyasyon emniyeti ve güvenliğinin denetimi alanında bilgi ve deneyim alışverişi.

3. İşbu madde kapsamındaki işbirliği konuları, Türk Kuruluşları ve Rus Kuruluşları tarafından, Türk Tarafı'na mali yük getirilmeden yürütülür. Türkiye Cumhuriyeti'nde nükleer yakıt üretim tesislerinin kurulması ve işletimi de dahil olmak üzere nükleer yakıt döngüsü hakkındaki işbirliği ve teknoloji transferi Taraflarca mutabakata varılacak ayrı koşullar çerçevesinde yürütülecektir.

MADDE 4

YETKİLİ MAKAMLAR

1. İşbu Anlaşma'nın uygulanması amacıyla, Taraflarca aşağıda belirtilen Yetkili Makamlar tayin edilmiştir:
 - 1.1. Rus Tarafı adına, Rosatom ve
 - 1.2. Türk Tarafı adına, ETKB.
2. Taraflar, Yetkili Makam yerine bir ikame tayin ettiklerinde veya belirlenen Yetkili Makamın adında bir değişiklik yaptıklarında, diplomatik kanallar vasıtasıyla birbirlerini derhal haberdar ederler.
3. İşbu Anlaşma ile öngörülen işbirliği, Yetkili Makamlara ek olarak, Türk Kuruluşları ve Rus Kuruluşları tarafından yürütülür.

MADDE 5

PROJE ŞİRKETİ

1. Rus Tarafı, işbu Anlaşma'nın imza tarihinden itibaren 3 (üç) ay içinde Proje Şirketi'nin kurulması için gerekli işlemlerin başlatılmasını sağlar.
 2. Proje Şirketi, NGS tarafından üretilen elektrik de dahil olmak üzere, NGS'nin sahibidir.
 3. Proje Şirketi, Rus Tarafı'nca yetkilendirilen şirketlerin doğrudan veya dolaylı olarak başlangıçta % 100 (yüzde yüz) hisse payına sahip olacak şekilde, Türkiye Cumhuriyeti kanunları ve düzenlemeleri kapsamında anonim şirket şeklinde kurulur.
 4. Rus Yetkili Kuruluşları'nın Proje Şirketi'ndeki toplam payları, hiçbir zaman %51'den (yüzde elli birden) az olamaz. Proje Şirketi'nin geride kalan azınlık hisselerinin dağıtımı, her zaman, ulusal güvenlik ve ekonomi konularında ulusal çıkarların korunması amacıyla Tarafların rızasına tabidir.
 5. Hisselerin dağıtımı, yöneticilerin atanması, paydaşların yatırım biçimi, hisselerin transferine ilişkin kısıtlamalar, Proje Şirketi ve Proje'ye uygulanabilir finansman mekanizmaları da dahil; ancak, bunlarla sınırlı kalmamakla birlikte, Proje Şirketi'nin şirket yönetimine ilişkin konular, ulusal güvenlik ve ekonomi konularında ulusal çıkarların korunması amacıyla Türk Tarafı'nın rızasına tabidir.
 6. Bu projenin yatırım ve işletim dönemlerini kapsayan risklerin sigortalanması sorumluluğu Proje Şirketi'ne aittir.
- Rus Tarafı, Proje Şirketi'nin başarısızlığı halinde, işbu Anlaşma'dan kaynaklanan yükümlülüklerini yerine getirmeyi temin etmek amacıyla gerekli tüm yetkinlik ve kabiliyete sahip olması öngörülen Proje Şirketi'nin halefini belirlemede tüm sorumluluğu üstlenecektir. Türk Tarafı, bunun karşılığında, yürürlükteki Türkiye Cumhuriyeti kanun ve düzenlemelerinin izin verdiği ölçüde, Türkiye Cumhuriyeti kanun ve düzenlemelerine uygun olarak, gerekli tüm izin ve lisansların zamanında ve uygun şekilde alınmasının temini açısından gerekli tüm önlemleri alacaktır.
- Her bir Güç Ünitesi için ESA'nın sona ermesini müteakip, ancak her bir Güç Ünitesinin ticari işletmeye giriş tarihinden sonra 15 (on beş) yıldan daha erken olmamak kaydıyla, Proje Şirketi, NGS ömrü boyunca, NGS Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4 için, Türk Tarafı'na yıllık bazda Proje Şirketi'nin net kârının % 20'sini verecektir.

MADDE 6

PROJENİN UYGULANMASI

1. Rus Tarafı, Proje Şirketi'nin, işbu Anlaşma'nın yürürlüğe giriş tarihinden itibaren bir yıl içinde, NGS inşasının başlaması için gerekli tüm belgeler, izinler, lisanslar, rızalar ve onayları almak için gerektiği şekilde başvurmasını sağlar. Eğer Proje Şirketi, işbu 6. Madde'nin bu bendinde bahsi geçen gerekli belgeler, izinler, lisanslar, rızalar ve onayları almak için başvuruda bulunmaz ise işbu Anlaşma ve Proje Şirketi'ne yapılan arazi tahsis, Türk Tarafı'na herhangi bir yükümlülük getirilmeden feshedilecektir.
2. Proje Şirketi, Rus Tarafı'nın tam desteği ile NGS inşasının başlaması için gerekli tüm belgeler, izinler, lisanslar, rızalar ve onayların verilmesinden itibaren yedi yıl içinde Ünite 1'i ticari işletmeye alır. Proje Şirketi, Rus Tarafı'nın tam desteği ile, Ünite 1'in ticari işletmeye başlanmasından itibaren, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4'ü ardarda bir yıl aralıklarla ticari işletmeye alır. NGS ünitelerinin ticari işletmeye erken veya geç girişi durumunda, Taraflar'ın

sorumlulukları ESA'ya göre belirlenir.

3. NGS inşası için genel yüklenici, JSC "Atomstroyexport" (ASE) olacaktır.

4. Taraflar, Türk şirketlerinin, ASE tarafından emtiaların tedariki, hizmetlerin icrası ve Proje'nin inşaa aşaması ile bağlantılı olarak çalışmaların yürütülmesinde tedarik zincirinin üyeleri olarak büyük ölçüde istihdam edilmesinde mutabakata varmışlardır. Proje Şirketi, tedarik zincirinin üyelerini istihdam ederken yeni yapılan nükleer güç santrali projelerinin özelliklerini ve özel emniyet gereksinimlerini dikkate alır.

5. Taraflar, Türk vatandaşlarının ücretsiz olarak eğitilmesi ve NGS işletme gereksinimlerinde yaygın olarak istihdam edilmesi hususlarında mutabakata varmışlardır. Söz konusu eğitim, Türk Tarafı'na mali yük getirmeden sahada tam donanımlı simülatör kurulmasını, bununla sınırlı olmamak kaydıyla da kapsar.

6. Taraflar, Türkiye Cumhuriyeti'nin ve Rusya Federasyonu'nun yürürlükteki kanun ve düzenlemelerinin izin verdiği ölçüde, Proje'yle ilgili olarak Proje Şirketi'ni destekler ve Proje Şirketi'yle işbirliği yapar.

MADDE 7

ARAZİ TAHSİSİ VE ERİŞİM

1. Türk Tarafı, sahayı mevcut lisansı ve mevcut altyapısı ile birlikte bedelsiz olarak, NGS'nin söküm sürecinin sonuna kadar Proje Şirketi'ne tahsis eder. Santralin kurulacağı ve Türk devletine ait ilave arazi de Proje Şirketi'ne bedelsiz olarak tahsis edilir. Gerekli olursa, Proje Şirketi, ilave arazi için Orman Fonu'na gerekli ödemeleri yapar.

2. Türk Tarafı, Proje Şirketi'ne, yürürlükteki Türkiye Cumhuriyeti kanun ve düzenlemeleri kapsamında, Proje ile ilgili olarak ihtiyaç duyulan, özel mülkiyete konu diğer tüm arazilerin kamulaştırılması hususunda kolaylık sağlar. Türk Tarafı, yürürlükteki Türkiye Cumhuriyeti kanun ve düzenlemelerinin izin verdiği ölçüde, Proje Şirketi adına veya Proje Şirketi rızasıyla, istihdam edilenler, yükleniciler, acenteler, temsilciler için veya böyle bir erişim isteyen diğer kişiler için söz konusu arazilere erişimi garanti eder. Proje Şirketi, söz konusu araziye ulaşımından önce belirtilen kişilere ait kimlik bilgilerini içeren listeleri Türk Tarafına verir. Türk Tarafı, yürürlükteki Türkiye Cumhuriyeti kanun ve düzenlemeleri izin verdiği ölçüde, Proje'yle ilgili olarak yabancıların çalışmasına ilişkin gerekli izinlerin verilmesini kolaylaştıracaktır. Türk Tarafı, ulusal güvenlik sebebiyle, belirli kişilerin böyle arazilere erişimlerini reddetme hakkını saklı tutacaktır.

MADDE 8

LİSANSLAMA, ONAYLAR VE DÜZENLEMELER

1. NGS, nükleer güvenlik ve radyasyon koruması kapsamında Türkiye Cumhuriyeti kanun ve düzenlemeleri ile uyumlu olarak lisanslanır ve denetlenir.

2. Proje Şirketi, Türkiye Cumhuriyeti'nin yürürlükteki kanun ve düzenlemeleri uyarınca ihtiyaç duyulabilecek, tüm diğer gerekli lisanslar, izinler ve onayları hükümet kuruluşlarından alır.

3. Türk Tarafı, Türkiye Cumhuriyeti'nin yürürlükteki kanun ve düzenlemelerinin izin verdiği ölçüde, Proje Katılımcılarının Türkiye kanun ve düzenlemeleri ile uyumlu olması kaydıyla, Türkiye Cumhuriyeti kanunları kapsamında Proje'yle ilgili olarak, işbu Anlaşma'da öngörülen, malların teslimatı, çalışmaların yürütülmesi veya hizmetlerin yerine getirilmesi hususları da dahil olmak üzere, ancak bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla, herhangi bir Proje Katılımcısı tarafından ihtiyaç duyulabilecek tüm onaylar, izinler, lisanslar, kayıtlar ve rızaları kolaylaştırmak için gerekli önlemleri alır.

4. Proje Şirketi, elektrik iletim sistem bağlantısı, sistem işletmesi ve elektrik piyasa işletmesine ilişkin yürürlükteki Türkiye Cumhuriyeti kanun, düzenleme ve kurallarına tabi olacaktır.

NGS, Proje Anlaşmalarında mutabakata varılacak teknik parametreler ile uyumlu olduğu ölçüde, Türk iletim sistemi dengelemesine katılacaktır.

MADDE 9

PROJE FİNANSMANI

NGS'nin tasarım ve inşası finansmanına yardımcı olmak açısından Rus Tarafı, ASE'ye, Proje'de kullanılmak üzere Rus menşeli malların (iş ve hizmetler) alınması için tercihli şartlar ile finansman sağlar.

MADDE 10

ELEKTRİK SATIN ALMA ANLAŞMASI

1. Türk Tarafı, Proje Şirketinin Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu'ndan elektrik üretimi lisansı almasından sonraki otuz gün içinde, Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4 için sabit miktarda elektrik satın alınması amacıyla, TETAŞ'ın Proje Şirketi ile ESA imzalamasını sağlar.

2. Proje Şirketi, ESA süresince NGS'nin tüm üniteleri için aylık elektrik üretim miktarlarını Ünite 1'in ticari işletmeye alınmasından en az bir yıl önce TETAŞ'a sunar.

Ayrıca, Proje Şirketi, ESA'da belirtildiği şekilde, gelecek yıla ilişkin "uzlaştırma dönemi" elektrik üretim miktarları tablosunu her yıl Nisan ayında sunar. Proje Şirketi, söz konusu tabloların ilkinin, NGS'nin her bir ünitesinin ticari işletmeye alınmasından dört ay önce sunacaktır.

3. Tüm ESA dönemi boyunca ünite başına taahhüt edilen miktardan daha fazla üretim gerçekleşmesi durumunda, fazla üretilen bu elektrik miktarı, ESA hükümlerine uygun olarak satın alınır.

4. ESA'da belirtilen miktardan daha az üretim olması durumunda, Proje Şirketi, eksik üretilen elektrik miktarını temin etmek suretiyle yükümlülüklerini yerine getirir.

5. TETAŞ, Proje Şirketi'nden, ESA'da belirtildiği şekilde, NGS'de üretilmesi planlanan elektriğin -Ünite 1 ve Ünite 2 için % 70'ine (yüzde yetmiş) ve Ünite 3 ve Ünite 4 için % 30'una (yüzde otuz)- tekabül eden sabit miktarlarını her bir güç ünitesinin ticari işletmeye alınma tarihinden itibaren 15 (on beş) yıl boyunca 12.35 (on iki nokta otuz beş) Amerika Birleşik Devletleri (ABD) senti/kWh ağırlıklı ortalama fiyattan (Katma Değer Vergisi dahil değildir) satın almayı garanti eder.

6. Proje Şirketi, Ünite 1 ve Ünite 2'de üretilmesi planlanan elektriğin % 30'unu (yüzde otuz) ve Ünite 3 ve Ünite 4'de üretilmesi planlanan elektriğin % 70'ini (yüzde yetmiş), kendisi veya enerji perakende tedarikçileri vasıtasıyla serbest elektrik piyasasında satacaktır.

7. Birim fiyat; *yatırım bedeli, sabit işletme bedeli, değişken işletme bedeli ve yakıt bedelinden* oluşur. Birim fiyatın detayları aşağıdaki şekildedir:

7.1. Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4'ün ticari işletmeye alınmasına ilişkin olarak, Proje Şirketi tarafından yapılan tüm sermaye harcamaları (lisans bedelleri, geliştirme bedelleri ve masrafları ve finansman sağlamaya ilişkin bedeller dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla) söz konusu Ünitelerin ticari işletmeye alınmasından sonraki 15 yıl içinde geri döner.

7.2. ESA süresince Proje Şirketi'nin Projeye ilişkin tüm işletme maliyeti [lisans bedelleri, yakıt tedariki ve yakıt döngüsüne ilişkin maliyet ve karşılıklar (içsel veya dışsal, gönüllü veya zorunlu) kullanılmış yakıt ve atığın taşınması, depolanması ve bertaraf edilmesi, söküm ve sahanın yeniden kullanılabilir hale getirilmesi dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla], sigorta primleri ve vergileri, Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4'ün modernizasyonuna ilişkin yapılan veya yapılacak olan giderler, gerçekleşmesine bağlı olarak ödenecektir. (Tereddüte mahal vermemek için, gelecekteki maliyetler için ayrılan karşılıklar, söz konusu karşılıklar ayrıldığında harcama olarak kabul görecektir.)

7.3. Projenin Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3 ve Ünite 4'ünün ticari işletmeye alınmasını tamamen veya kısmen finanse etmek için temin edilen herhangi bir borç finansmanına ilişkin borç planı ödemesi (faiz, ana para ve harçlar), gerçekleşmesine dayalı olarak finanse edilir.

7.4. Projenin Ünite 1, Ünite 2, Ünite 3, Ünite 4'ünün ticari işletmeye alınmasıyla ilgili olarak Proje Şirketi'ne doğrudan veya dolaylı yatırımcılar tarafından yapılan yatırımlar, söz konusu Ünitelerin ticari işletmeye alınmasından sonra 15 yıl içinde eşit oranlı amortisman yöntemi bazında geri ödenir.

8. Birim fiyat bileşenlerine eskalasyon uygulanmaz. ESA dönemi içinde birim fiyatta artış talep edilmez. İşbu Anlaşma'nın imza tarihinden sonra Türk kanunları ve düzenlemelerindeki değişiklikler nedeniyle ortaya çıkabilecek maliyetteki değişiklikler, ESA'ya göre TETAŞ tarafından satın alınan elektrik yüzdesi ile orantılı olarak TETAŞ'a yansıtılır.

9. Proje Şirketi, ESA çerçevesinde TETAŞ tarafından alınan elektrik için kullanılmış yakıt ve radyoaktif yakıt yönetimi hesabına 0.15 ABD senti/kWh ve işletmeden çıkarma hesabı için 0.15 ABD senti/kWh tutarında ayrı bir ödeme yapar. ESA dışında satılan elektrik için Proje Şirketi yürürlükteki Türk kanunları ve düzenlemeleri uyarınca gerekli ödemeleri ilgili fonlara yapacaktır.

10. ESA'nın ayrılmaz bir parçası olarak TETAŞ ve Proje Şirketi arasında mutabakata varılan tarife kademelerinde, elektrik fiyatındaki yıllık değişim, Projenin geri ödemesinin sağlanması açısından, fiyat limiti üst tavanı 15.33 (on beş nokta otuz üç) ABD senti/kWh olmak üzere Proje Şirketi tarafından hesaplanır.

11. NGS'nin ünitelerinden herhangi birinin, işbu Anlaşma'da programlanan tarihten daha geç işletmeye alınması halinde, ESA'da öngörülen mücbir sebep durumları hariç olmak üzere, satılacak elektriğin fiyatı ESA hükümlerine göre ayarlanacaktır.

MADDE 11

VERGİLENDİRME

1. Proje'yle ilgili olan tüm vergiler ve harçlar, işbu Anlaşma ve 15 Aralık 1997 tarihli Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Hükümeti Arasında Gelir Üzerinden Alınan Vergilerde Çifte Vergilendirmeyi Önleme Anlaşması dikkate alınmak suretiyle, Taraf Devletlerin yürürlükteki kanun ve düzenlemeleri ile uyumlu olarak vergilendirilir.

2. Taraflar, işbu Anlaşma'da başka şekilde belirtilmediği sürece, Türkiye Cumhuriyeti'nin vergilendirmeye ilişkin tüm kanun ve düzenlemelerine uyulmasını temin eder.

MADDE 12

YAKIT, ATIK YÖNETİMİ VE SÖKÜM

1. Nükleer Yakıt, Proje Şirketi ve tedarikçiler arasında yapılan uzun dönemli anlaşmalar bazında tedarikçilerden temin edilir.

2. Taraflarca mutabık kalınabilecek ayrı bir anlaşma ile Rus menşeli kullanılmış nükleer yakıt, Rusya Federasyonu'nda yeniden işlenebilir.

3. Taraflar, devletlerinin yürürlükteki kanunları ve düzenlemeleri izin verdiği ölçüde, nükleer yakıt, kullanılmış nükleer yakıt veya herhangi bir radyoaktif materyalin sınır ötesi taşınması da dahil olmak üzere, ancak bunlarla sınırlı olmamak kaydıyla, nükleer materyallerin sınır ötesi taşınmasına ilişkin gerekli tüm ilgili onay, lisans, kayıt ve rızaların alınmasında Proje Şirketi'ne yardım eder.

4. Proje Şirketi, NGS'nin sökümlü ve atık yönetiminden sorumludur. Bu çerçevede, Proje Şirketi yürürlükteki Türk kanun ve düzenlemeleri ile öngörülen ilgili fonlara gerekli ödemeleri yapacaktır.

MADDE 13

FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI

1. İşbu Madde 13'te:

1.1. "fikri mülkiyet" -14 Temmuz 1967 tarihinde Stokholm'de imzalanan ve 2 Ekim 1979 tarihinde tadil edilen Dünya Fikri Mülkiyet Örgütü'nü (WIPO) kuran Sözleşmenin 2. Maddesinde ifade edilen anlamda kullanılmıştır ve sınai mülkiyet ve gizli bilgi de dahil olmak üzere, bunlarla sınırlı kalmaksızın, fikri mülkiyet haklarını içerir.

1.2. "sınai mülkiyet" - 14 Temmuz 1967 tarihinde Stokholm'de gözden geçirilen ve 28 Eylül 1979 tarihinde tadil edilen 20 Mart 1883 tarihli Sınai Mülkiyetin Korunmasına Dair Paris Sözleşmesi'nin 1. Maddesinde ifade edilen anlamda kullanılmıştır.

1.3. "gizli bilgi" - üçüncü tarafın erişimine açık olmaması nedeniyle gerçek veya olası ticari değeri olan ve bilim-teknik bilgisi, teknoloji ve imalat bilgisini de içeren üretim sırrına ilişkin tüm bilgiler anlamına gelir.

2. Projenin uygulanması ile ilgili olarak oluşturulan, kullanılan veya transfer edilen fikri mülkiyetin korunmasına ilişkin tüm hususlar, taraflar arasındaki ilgili sözleşmelerde yer alır.

3. Proje ile ilgili herhangi bir sözleşmede aksi belirtilmedikçe, Proje'nin gerçekleştirilmesine ilişkin kullanılan veya oluşturulan fikri mülkiyete ilişkin tüm haklar; Proje Şirketi tarafından Proje'nin uygulanması amacıyla Proje Şirketine bu tür bir fikri mülkiyet hakkının kullanımı için lisans verecek olan Rosatom'a aittir.

4. Proje'ye ilişkin ortaklaşa geliştirilen tüm bilgiler, Tarafların rızasının mevcut olduğu ve projenin uygulanması için böyle bir işfanın gerekli olduğu durumlar hariç, üçüncü taraflara ifşa edilmez.

MADDE 14

İFŞA KOŞULLARI

1. İşbu Anlaşma'da yer alan hiçbir hüküm, Taraflardan herhangi birini veya Proje'nin uygulanmasında yer alan herhangi bir kuruluşu, Türkiye Cumhuriyeti veya Rusya Federasyonu'nun devlet sırlarını oluşturan bilgi alışverişine zorunlu kılmaz.

2. İşbu Anlaşma'da yer alan hiçbir hüküm, Taraflardan herhangi birini veya Proje'nin uygulanmasında yer alan herhangi bir kuruluşu, işbu Anlaşma uyarınca, Proje ile ilgili kamuya açık ve erişimi sınırlı bilgi alışverişinde bulunmalarını kısıtlamaz.

3. Anlaşma çerçevesinde bir Tarafça diğer Tarafa aktarılan veya Anlaşma'nın gerçekleştirilmesi sonucunda elde edilen ve Türk Tarafı veya ETKB yahut Rus Tarafı veya Rosatom'ca erişimi sınırlı olarak nitelendirilen herhangi bir bilgi, aşağıdaki gibi açık bir şekilde tanımlanır ve işaretlenir:

3.1. Rus Tarafı veya Rosatom tarafından erişilmesi sınırlı olarak nitelendirilen bilgiyi içeren belgeler, Rusya Federasyonu mevzuatı uyarınca "Rjyabltıwbfbkmyj"- "Confidential" ibaresini taşıyır ve

3.2. Türk Tarafı veya ETKB tarafından ulaştırılması sınırlı olarak nitelendirilen bilgiyi içeren belgeler, Türkiye Cumhuriyeti mevzuatı uyarınca "Özel"- "Confidential" ibaresini taşır.

4. İşbu Anlaşma çerçevesinde Projeyi gerçekleştirmekte olan Taraflar ve kuruluşlar, erişimi kısıtlı bilgilere ulaşabilen kişi sayısını, mümkün olan azami seviyede sınırlayacak ve bu tür bilgilerin ancak Projenin gerçekleştirilmesi için gerekli derecede kullanılması ve dağıtılmasını sağlayacaklardır. Erişimi kısıtlı herhangi bir bilgi, ilgili tarafın önceden yazılı izni olmaksızın, Projenin uygulanmasına ilişkin faaliyetlere iştirak etmeyen üçüncü tarafa aktarılamaz veya ifşa edilemez.

5. Türk Tarafı, Rus Tarafının erişimi sınırlı tüm bilgilerine, Türk Tarafının erişimi sınırlı bilgileriymiş gibi muamele gösterecektir. Rus Tarafı, Türk Tarafının erişimi sınırlı tüm bilgilerine, Rus Tarafının erişimi sınırlı bilgileriymiş gibi muamele gösterecektir.

6. Erişimi sınırlı tüm bilgiler, Tarafların ulusal mevzuatlarına göre korunacaktır.

MADDE 15

ULUSLARARASI NÜKLEER ÇERÇEVE

1. İşbu Anlaşma kapsamındaki nükleere ilişkin çift kullanımlı malzeme ve ekipmanlarla birlikte, nükleer maddeler, ekipmanlar ve nükleer olmayan özel maddelerin ve bunlarla ilgili teknolojilerin ihracı, Tarafların 1 Temmuz 1968 tarihli Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması ve Türkiye Cumhuriyeti ile Rusya Federasyonu'nun taraf ve üye oldukları çok taraflı ihraç kontrol mekanizmaları kapsamındaki diğer uluslararası sözleşme ve anlaşmalardan kaynaklanan yükümlülüklerine göre uygulanacaktır.

2. İşbu Anlaşma kapsamında alınan nükleer maddeler, ekipmanlar, nükleer olmayan özel maddeler ve bunlarla ilgili teknolojiler ve bunlara ilaveten bunlardan veya bunların kullanımı sonucunda üretilen nükleer ve nükleer olmayan özel maddeler ve ekipmanlar;

2.1 Nükleer silahlar ve başka nükleer patlayıcılar imal etmek veya herhangi bir askeri amaca ulaşmak için kullanılmayacaktır;

2.2 Alıcı Tarafın Devletinin ulusal mevzuatına uygun olarak, UAEA'nın "Nükleer Maddeler ve Nükleer Tesislerin Fiziksel Korunması" (INFCIRC/225/Rev.4) dokümanında tavsiye edilen düzeylerden daha düşük olmayan düzeyde, fiziksel koruma altında olacaktır;

2.3 Ancak öncesinde diğer Tarafın verdiği yazılı onay üzerine, işbu maddenin şartları altında, alıcı Taraf Devletin hükümrانlığından başka bir ülkeye ihraç edilebilir, yeniden ihraç edilebilir veya aktarılabilir.

3. İşbu Anlaşma kapsamında alınan nükleer maddeler ile işbu Anlaşma kapsamında alınan nükleer maddelerin, ekipmanların, nükleer olmayan özel maddelerin ve ilgili teknolojilerin kullanılması ile üretilen nükleer maddeler, Rusya Federasyonu'nun topraklarında veya hükümrانlığında bulundukları süre boyunca uygulanabildikleri ölçüde 21 Şubat 1985 tarihli Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği ile UAEA arasında, NPT çerçevesinde SSCB Topraklarında Güvenlik Denetimi Uygulanması Anlaşmasının şartlarına ve Türkiye Cumhuriyeti topraklarında veya hükümrانlığında bulundukları süre boyunca 30 Haziran 1981 tarihli Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile UAEA arasında NPT Çerçevesinde Güvenlik Denetimi Uygulanması Anlaşmasının şartlarına tabi olacaklardır.

4. İşbu Anlaşma kapsamında aktarılan nükleer madde ve işbu Anlaşma kapsamında aktarılan nükleer madde, ekipman, özel nükleer dışı maddenin kullanımından elde edilen madde, alıcı Taraf Devletin topraklarında Uranyum-235 olarak yüzde 20 (yirmi)den fazla zenginleştirilmeyecektir ve öncesinde aktaran Tarafın yazılı onayı olmaksızın Plütonyumu ayırmak amacıyla radyo kimyasal bir şekilde yeniden işlenmeyecektir.

5. İşbu Anlaşma kapsamında herhangi bir tarafça aktarılan nükleer amaçla kullanılan çift kullanımlı ekipman ve malzemeler ve bunların reproduksiyonları ilgili teknolojileriyle birlikte ancak nükleer patlayıcı cihaz imali ile bağlantılı olmayacak şekilde, beyan edilmiş amaçları için kullanılacaktır.

6. Bu Madde'nin 5. Paragrafındaki ekipman, malzeme ve ilgili teknolojiler, nükleer yakıt çevirimi faaliyetlerinde ve UAEA güvenlik denetimi anlaşmalarına tabi olmayan herhangi bir başka tesiste kullanılmaz, diğer Tarafın yazılı izni olmaksızın çoğaltılamaz/kopyalanamaz, değiştirilemez, üçüncü taraflara yeniden ihraç edilemez veya aktarılamaz.

MADDE 16

NÜKLEER SORUMLULUK

İşbu Anlaşma kapsamındaki işbirliği çerçevesinde oluşabilecek nükleer zarara ilişkin üçüncü taraf sorumluluğu, Türkiye'nin taraf olduğu veya olacağı uluslararası anlaşmalara, belgelere ve Türk Tarafı'nın ulusal kanunları ve düzenlemelerine göre düzenlenecektir.

MADDE 17

UYUŞMAZLIKLARIN HALLİ

1. İşbu Anlaşma'nın uygulanması ve/veya yorumlanması ile ilgili, Taraflar arasındaki uyuşmazlıklar ETKB ve Rosatom arasında karşılıklı istişare ve müzakere yoluyla çözülür.
2. Gerekli görüldüğü takdirde, ETKB ve Rosatom, işbu Anlaşma'nın yürütülmesine ilişkin tavsiyeleri gözden geçirmek ve meydana gelmiş olabilecek uyuşmazlıkların çözülmesi amacıyla her iki Taraftan herhangi birinin teklifi ile toplantılar düzenler.
3. Eğer bir uyuşmazlık müzakerelerin başlangıç tarihinden itibaren altı ay içerisinde bu yolla çözülmezse; uyuşmazlık, Taraflardan birinin talebi üzerine tahkim kuruluna götürülür.
4. Böyle bir tahkim kurulu her bir durum için aşağıdaki şekilde oluşturulur. Taraflardan her biri, tahkim yöntemini başlatma talebini almasını müteakip iki ay içerisinde tahkim kuruluna bir üye atar. Heyetin bu iki üyesi, atandıktan tarihten sonraki iki ay içerisinde üçüncü bir Devlet uyuşmazlığından ve her iki Tarafın onayı üzerine atanacak tahkim kurulunun başkanını seçer.
5. Bu Maddenin 4. Paragrafında belirtilen süreler içerisinde gerekli atamaların yapılmaması durumunda, Taraflardan herhangi biri, başka türlü bir düzenlemenin olmaması halinde, Birleşmiş Milletler (BM) Uluslararası Adalet Divanı Başkanı'na söz konusu atamaların yapılması için başvuruda bulunur. BM Uluslararası Adalet Divanı Başkanı'nın, Taraflardan birinin uyuşmazlığı taşıması veya başka sebeplerden dolayı bu görevi yerine getirememesi halinde, BM Uluslararası Adalet Divanı Başkan Yardımcısı gerekli atamaları yapmak üzere davet edilir. BM Uluslararası Adalet Divanı Başkan Yardımcısı'nın Taraflardan birinin uyuşmazlığı taşıması veya başka sebeplerden dolayı bu görevi yerine getirememesi halinde, BM Uluslararası Adalet Divanı'nın kıdem sırasına göre takip eden ve Taraflardan hiçbiri ile aynı uyuşmazlığı paylaşmayan üyesi gerekli atamaları yapmak üzere davet edilir.
6. Tahkim kurulu kararını oy çokluğuyla alır. Bu karar, her iki Taraf için de nihai ve bağlayıcıdır. Taraflardan her biri, kendi tahkim kurulu üyesinin masraflarını ve mahkeme sürecindeki kendi temsil masraflarını üstlenir. Tahkim kurulu başkanının çalışmalarına ait masraflar ve diğer giderler, Taraflarca eşit oranda üstlenilir. Ancak, tahkim kurulu, Taraflardan birinin ilgili giderlerin daha fazla oranını karşılayacağına dair karar alabilir ve bu karar, her iki Taraf için de bağlayıcıdır. Tahkim kurulu, kendi usulünü bağımsızca belirler.
7. Taraflarca aksi üzerinde mutabakata varılmadıkça, tahkim kurulu Lahey'de toplanır ve Daimi Hakemlik Mahkemesinin bina ve tesislerinden yararlanır.
8. Tahkim kurulu, uyuşmazlığı işbu Anlaşma ile uluslararası hukukun uygulanabilir ilke ve kuralları çerçevesinde çözüme bağlar.
9. İşbu Anlaşma ile işbu Anlaşma'da açıkça öngörülen diğer anlaşmalar arasında uyuşmazlıklar söz konusu olduğu takdirde, işbu Anlaşma hükümleri geçerli olur.

MADDE 18

YÜRÜRLÜĞE GİRME, DEĞİŞİKLİK VE FESİH

1. İşbu Anlaşma, Taraflarca, Anlaşma'nın yürürlüğe girmesi için gerekli iç prosedürlerin tamamlanmasına ilişkin son bildirimlerin yazılı olarak ve diplomatik kanallarla alındığı tarihte yürürlüğe girer. İşbu Anlaşma NGS'nin sökümlünün tamamlanmasına kadar geçerlidir.
 2. Taraflar, bir yıl önceden karşılıklı bildirim yoluyla işbu Anlaşma'yı her an feshedebilirler. Taraflarca üzerinde bu şekilde mutabakata varıldığı takdirde, Anlaşma'nın feshi, Proje'nin devam eden uygulanmasını (NGS'nin devam etmekte olan işletmesi dahil ancak bununla sınırlı kalmamak kaydıyla) veya işbu Anlaşma'nın yürürlükte olduğu zaman zarfında başlatılan ancak Anlaşma'nın fesih tarihinde tamamlanamayan programların veya projelerin uygulanmasını etkilemez.
 3. Anlaşma'nın feshi halinde, 5., 8., 11., 12, 13., 14., 15., 16., 17. ve 18. maddelerinde öngörülen yükümlülükler, Taraflarca aksi kararlaştırılmadığı sürece, yürürlükte kalmaya devam eder.
 4. İşbu Anlaşma'ya ilişkin değişiklikler Tarafların yazılı mutabakatı ile yapılabilir. Bu değişiklikler bu Madde'nin 1. paragrafı uyarınca yürürlüğe girer.
- İşbu Anlaşma, Ankara'da 12 Mayıs 2010 tarihinde her biri Türkçe, Rusça ve İngilizce olmak üzere, iki orijinal nüsha olarak imzalanmıştır. İşbu Anlaşma metninin yorumlanmasına ilişkin herhangi bir uyuşmazlığın ortaya çıkması halinde İngilizce metin geçerlidir.

Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti Adına

Rusya Federasyonu Hükümeti Adına

Taner YILDIZ
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanı

Igor I. SECHIN
Rusya Federasyonu Başbakan Yardımcısı

[Andlaşmanın yabancı dil metnini görmek için tıklayınız](#)

