

## Türkiye'nin Dış Ticaret Açığı ve Nükleer Enerji Seçeneği Turkey's Foreign Trade Deficit and Nuclear Energy Option

Cemalettin AKTEPE <sup>a</sup> Ayşe GÖKKAYA  <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Finansman Bölümü, Türkiye, [c.aktepe@hbv.edu.tr](mailto:c.aktepe@hbv.edu.tr)

<sup>b</sup> Tarsus Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu, Yönetim ve Organizasyon Bölümü, Lojistik Programı, Türkiye, [aysegokkaya@tarsus.edu.tr](mailto:aysegokkaya@tarsus.edu.tr)

### MAKALE BİLGİSİ

### ÖZET

#### Anahtar Kelimeler:

Dış Ticaret Açığı  
Enerji Açığı  
Nükleer Enerji  
Akkuyu Nükleer Enerji Santrali

**Amaç** – Bu çalışmanın amacı, Akkuyu nükleer enerji santralinin Türkiye'ye sağlayacağı muhtemel avantaj ve dezavantajlarının neler olacağı konusunda detaylı bir araştırma yapma isteğidir. Bu kapsamda çalışmada özellikle Türkiye'nin dış ticaret açığının önemli bir nedeni olan enerji açığı sorununa nükleer enerjinin çözüm üretip üretemeyeceği konusu tartışılmıştır.

**Yöntem** – Çalışmada, nitel araştırma yöntemlerinden betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda doküman inceleme tekniği ile konu hakkında yapılan önemli çalışmalardan elde edilen veriler incelenmiş ve yorumlanmıştır.

Gönderilme Tarihi 16 Haziran 2023

Revizyon Tarihi 10 Aralık 2023

Kabul Tarihi 20 Aralık 2023

**Bulgular** – Nükleer enerji santrallerinin enerji arz çeşitliliğine katkısı, fosil yakıtlara göre sera gazı salmaması, büyük bir elektrik enerjisi üreticisi olması ve yakıt maliyetlerinin nispeten düşük olması gibi avantajları vardır. Diğer taraftan kurulum maliyetlerinin yüksekliği, kaza riski, nihai atıkların yarattığı riskler ve maliyeti gibi meseleler nükleer enerjinin dezavantajları arasında sayılabilir. Ayrıca Akkuyu nükleer enerji santrali ile Türkiye'nin nükleer enerji hammaddesi ve teknolojisi açısından dışa bağımlılığının devam edeceği görülmektedir. Buna karşın Türkiye'nin petrol ve doğalgaz bağımlılığını azaltabilmesi ve uzun vadede istikrarlı enerji kaynaklarına sahip olabilmesi adına nükleer enerjiye ihtiyacı olduğunu savunan görüşler de vardır.

#### Makale Kategorisi:

Araştırma Makalesi

**Tartışma** – Akkuyu'da yapılacak nükleer güç santrali için Rusya ile yapılan anlaşma ve içeriği enerji bağımlılığı ve enerji arz güvenliği açısından oldukça düşündürücüdür. Türkiye'nin yapılan nükleer anlaşmalar çerçevesinde gerek nükleer teknoloji gerekse nükleer yakıt tedariği konusunda dışa bağımlı olmaya devam edeceği açıktır. Enerjide dışa bağımlılığın çözümü, özellikle gelişmiş ülkelerin yoğun bir şekilde yatırım yaptığı yenilenebilir enerji kaynaklarında aranmalıdır.

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Keywords:

Foreign Trade Deficit  
Energy Deficit  
Nuclear Energy  
Akkuyu Nuclear Power Plant

**Purpose** – The purpose of this study is to conduct a detailed research on the possible advantages and disadvantages of the Akkuyu nuclear power plant to Turkey. In this context, the study discussed whether nuclear energy could provide a solution to the energy deficit problem, which is an important reason for Turkey's foreign trade deficit.

**Design/methodology/approach** – In the study, descriptive analysis method, one of the qualitative research methods, was used. In this context, data obtained from important studies on the subject were examined and interpreted using the document analysis technique.

Received 16 June 2023

Revised 10 December 2023

Accepted 20 December 2023

**Findings** – Nuclear power plants have advantages such as contributing to energy supply diversity, not emitting greenhouse gases compared to fossil fuels, being a large producer of electrical energy, and having relatively low fuel costs. On the other hand, issues such as high installation costs, risk of accidents, risks created by final wastes and waste costs can be considered among the disadvantages of nuclear energy. In addition, with the Akkuyu nuclear power plant, it is seen that Turkey's foreign dependency in terms of nuclear energy raw materials and technology will continue. On the other hand, there are also opinions arguing that Turkey needs nuclear energy in order to reduce its dependence on oil and natural gas and to have stable energy resources in the long term.

#### Article Classification:

Research Article

**Discussion** – The agreement made with Russia for the nuclear power plant to be built in Akkuyu and its content are quite thought-provoking in terms of energy dependency and energy supply security. It is clear that Turkey will continue to be externally dependent on both nuclear technology and nuclear fuel supply, within the framework of the nuclear agreements made. The solution to foreign dependency in energy should be sought in renewable energy sources, especially in which developed countries invest heavily.

### Önerilen Atıf/Suggested Citation

Aktepe, C., Gökkaya, A. (2023). Türkiye'nin Dış Ticaret Açığı ve Nükleer Enerji Seçeneği, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 15 (4), 2978-2995.

## 1. Giriş

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması sonucunda fisyon ve füzyon tepkimeleri ile elde edilen bir enerji türüdür (Çalışkan, 2009: 298). Dünyada kullanılan nükleer santraller ise fisyon santralleridir (Çetiner ve Sunal, 2008: 194). 1950'li yıllardan bu yana, nükleer fisyon prensibi ile üç nesil teknoloji geliştirilmiştir. Birinci nesil tepkimede, yakıt olarak doğal uranyum kullanılmışken ikinci ve üçüncü nesil tepkimede zenginleştirilmiş uranyum kullanımına gidilmiştir (Kaya, 2012: 72-73).

Nükleer güç santrallerinde yakıt olarak kullanılan uranyum temelde U-235 ve U-238 olmak üzere iki izotoptan oluşmaktadır. Ancak sadece U-235 izotopu fisildir, yani bütün enerjilerdeki nötronları emerek bölünebilme yeteneğine sahiptir (Can, 1997: 2). Oransal olarak doğal bir uranyumun yalnızca % 0,7'si fisil niteliktedir. Zenginleştirme işleminde amaç, fisil olan U-235 izotopunun yoğunluğunu % 3,5 ile % 5 arasına çıkarmaktır (Ucael, 2015: 25). Toryum madeni ise fisil bir malzeme değildir. Ancak reaktörlerde ısınlırsa fisil bir malzemeye ve dolayısıyla fisyonla uğrayarak enerji açığa çıkaran bir izotopa (U-233) dönüşebilmektedir. Toryum, uranyuma nazaran doğada üç kat daha fazla bulunmaktadır. Ancak söz konusu madenin yakıt olarak kullanılması konusunda günümüzde teknik bazı güçlükler söz konusudur (Kopuz ve Nezihi Bilge, 1997: 88).

İkinci Dünya Savaşı sonrasında teknolojideki gelişmeler hızlanmış ve bunun da etkisiyle enerji talebi yüksek boyutlara ulaşmıştır. Her geçen yıl artan enerji talebinin geleneksel yollardan karşılanabilme güçlükleri nükleer enerjiye olan ilgiyi arttırmıştır. Özellikle 1973 petrol krizi sonucu nükleer gücün birim enerji maliyeti diğer kaynaklara göre, bilhassa büyük kapasiteli reaktörlerde çok daha ucuz hale gelmiş ve nükleer enerji santralleri büyük bir ekonomik üstünlük kazanmıştır (Kaplan, 1978:12). Bu dönemlerde fosil yakıtların fiyatlarındaki sürekli artışlar nükleer enerjiyi cazip kılmıştır. Ayrıca enerji santrallerinde ve ulaşımda fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanan sera gazlarının çevreye salınımının küresel ısınmanın en büyük faili olarak görülmesi nükleer enerjinin popülaritesini arttırmıştır (Çetiner ve Sunal, 2008: 194).

1980'lerin sonuna doğru gelindiğinde nükleer enerjiye olan ilgi azalma eğilimine geçmiş ve 1990'lı yıllardan itibaren durağanlaşmıştır. Bunun nedeni 1979 yılında ABD'de yaşanan Three Mile Island ve 1986 yılında o zamanlar Sovyetler Birliği ülkesi olan Ukrayna'da yaşanan Çernobil nükleer kazalarının olduğu söylene de asıl etkenler dünya ekonomisinde oluşan yavaşlama ve doğalgazın enerji piyasasına girmesi olarak görülmektedir (<http://www.enerji.gov.tr>).

2020 sonu rakamlarıyla bir değerlendirme yapıldığında dünya genelinde mevcut kanıtlanmış petrol rezervlerinin 54, doğalgaz rezervlerinin 49, kömür rezervlerinin de 139 yıllık ömre sahip olduğu hesaplanmaktadır (EÜAŞ, 2021: 5). Dolayısıyla yenilenemeyen fosil enerji kaynakları hızla tükenmektedir. Sürekli artış gösteren dünya enerji talebinin karşılanması için çoğu ülke alternatif enerji kaynaklarına yönelmiş olmakla birlikte günümüzde de bu yöneliş devam etmektedir. Bu kapsamda nükleer enerji bir alternatif kaynak olarak değerlendirilmektedir.

Aşağıdaki tablo 1.1'de birçok ülkenin nükleer enerjiden yararlandığı ve yeni santrallerin de inşaat aşamasında olduğu görülmektedir. Tablodan izlenebileceği gibi 2022 yılı itibarıyla toplamda 448 nükleer reaktör faaliyette olup 53 adet santral de yapım aşamasındadır. Buna karşın bugüne kadar 197 reaktör kapatılmıştır. Günümüzde 99 nükleer reaktör ile dünyada en fazla santrale sahip ülke konumunda olan ABD, elektrik ihtiyacının yaklaşık yüzde 20'sini bu reaktörlerden karşılamaktadır. 58 reaktörle ikinci sırada yer alan Fransa ise elektrik üretiminin % 70,6 gibi büyük bir kısmını nükleer enerjiden karşılamaktadır. Bu oran Fransa'yı elektrik üretiminde nükleer enerjinin payı bakımından birinci sıraya yerleştirmektedir. Fransa'dan sonra elektrik üretiminde nükleer enerjiden en fazla yararlanan ülke olan Slovakya elektrik ihtiyacının yarısını sahip olduğu 4 reaktörden karşılamaktadır. Diğer taraftan günümüzde dünya ticaretinde önemli bir konuma gelen Çin, 50 reaktörle elektrik talebinin sadece yaklaşık % 5'ini karşılayabilir düzeydedir. Ülke, gelecekte toplam 15 adet santralle bu kullanımını artırma hedefindedir.

Tabloda yer alan ülkeler göz önüne alındığında nükleer enerjiden en çok yararlananların sanayisi gelişmiş ülkeler olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca Avrupa Birliği (AB) ülkelerinin birçoğunun nükleer enerjiyi kullandığı ancak Fransa dışında bu ülkelere ait inşaat aşamasında olan herhangi bir santralin de olmadığı görülmektedir. Hatta Almanya'da 30 reaktör kalıcı olarak kapatılmıştır.

**Tablo 1.1:** Nükleer Enerji Kullanımının Görünümü (12.05.2022 İtibariyle)

Ülkeler	İşletmedeki Nükleer Reaktör Sayısı	Kalıcı Olarak Kapatılan Reaktör Sayısı	İnşaat Aşamasındaki Reaktör Sayısı	Elektrik Üretiminde Nükleer Enerjinin Payı (%)
ABD	96	40	2	19,7
Fransa	58	14	1	70,6
Çin	50	-	15	4,9
Rusya	39	10	4	20,6
Japonya	33	27	2	5,1
Kore Cumhuriyeti	24	2	4	29,6
Hindistan	22	-	8	3,3
Kanada	19	6	-	14,6
Birleşik Krallık	15	34	2	14,5
Ukrayna	15	4	2	51,2
İsveç	7	7	-	29,8
İspanya	7	3	-	22,2
Belçika	7	1	-	39,1
Almanya	6	30	-	11,3
Çek Cumhuriyeti	6	-	-	37,3
Pakistan	5	1	-	7,1
İsviçre	4	2	-	32,9
Finlandiya	4	-	-	33,9
Macaristan	4	-	-	48,0
Slovakya	4	3	2	53,1
Arjantin	3	-	1	7,5
Brezilya	2	-	1	2,1
Bulgaristan	2	4	-	40,8
Meksika	2	-	-	4,9
Romanya	2	-	-	19,9
Güney Afrika	2	-	-	5,9
Ermenistan	1	1	-	34,5
İran	1	-	1	1,7
Hollanda	1	1	-	3,2
Slovenya	1	-	-	37,8
Belarus	1	-	1	1,0
BAE	1	-	2	1,1
Türkiye	-	-	3	-
Bangladeş	-	-	2	-
İtalya	-	4	-	-
Kazakistan	-	1	-	-
Litvanya	-	2	-	-
<b>Toplam</b>	<b>448</b>	<b>197</b>	<b>53</b>	

**Kaynak:** Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı - International Atomic Energy Agency (IAEA)

2020-2050 döneminde; nükleer enerjiden elektrik üretiminin yükseleceği belirtilmektedir. Ancak yapılan hesaplamalara göre nükleer elektriğin toplam elektrik üretimindeki payı düşüş eğilimine girerek % 10'dan % 8,7'ye gerileyecektir. 2050 yılına gelindiğinde nükleer enerjiden elektrik üretiminde ABD'de % 37,2'lik Avrupa Birliğinde yaklaşık % 24'lük bir düşüş öngörülmektedir. Yine Japonya'nın da nükleer üretiminin, 2050'ye kadar azalacağı tahmin edilirken Çin başta olmak üzere Asya-Pasifik ülkelerinde ve Rusya'da artış tahmin edilmektedir. 2020 yılında elektrik üretiminde kömür ilk sırayı alırken ikinci sırada doğal gaz bulunmaktadır. Ancak 2030 yılından itibaren bu sıralamanın değişeceği belirtilmektedir. 2050'ye gelindiğinde ise kömür ve doğal gazın yerini güneş (% 20,7) ve rüzgarın (% 18,9) alacağı ve ilk iki sıraya yerleşeceği tahmin edilmektedir. 2020 yılında % 28,4 seviyesinde olan yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki kullanım payı

2040 yılında % 52,2 seviyesine çıkacaktır. Bu oranın 2050 yılına kadar daha da fazla artış göstererek % 59,7 seviyesine ulaşacağı belirtilmektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminde beklenen bu artışın, fosil ve nükleer enerjinin öneminin azalacağı AB gibi gelişmiş ülkelerde devreye girecek olan ilave yenilenebilir enerji kaynaklarının yanı sıra Çin, Brezilya, Hindistan, Güneydoğu Asya ve Afrika ile Ortadoğu ülkelerinde devreye alınması planlanan çeşitli yenilenebilir enerji kaynakları sayesinde gerçekleşmesi beklenmektedir (EÜAŞ, 2021: 3-9). Yenilenebilir enerjinin bu hızlı yükselişine karşılık birçok ülke artan elektrik taleplerini karşılamak için nükleer enerjiyi de kullanmak adına çalışmalar yürütmektedir.

Tablo 1.2’de nükleer enerji seçeneğini düşünen ülkelerin geldiği aşamalara yer verilmiştir. Tablodan anlaşılacağı üzere, Türkiye ve Bangladeş ilk nükleer santrallerinin yapımına başlamıştır. Genel bir değerlendirme yapmak gerekirse Tablo 1.1’de daha çok gelişmiş ülkelerin nükleer enerjiden yararlandığı gözlemlenirken Tablo 1.2’de ağırlıklı olarak gelişmekte olan ülkelerin nükleer enerji seçeneğini değerlendirmeye aldıkları görülmektedir.

**Tablo 1.2:** Nükleer Enerji Seçeneğini Değerlendiren Ülkelerin Geldiği Aşamalar

Aşama	Ülke
Yapılmakta olan güç reaktörleri olan ülkeler	Bangladeş, Türkiye
Anlaşma imzalamış ve yasal altyapıya sahip ülkeler	Mısır, Polonya
Taahhüt edilmiş plana sahip olmakla birlikte yasal altyapısı hazırlanma aşamasında olan ülkeler	Ürdün, Özbekistan
Nükleer plana sahip olmakla birlikte beklemede veya ertelemiş olan ülkeler	Tayland, Endonezya, Kazakistan, Suudi Arabistan, Vietnam, Litvanya
Nükleer planı hazırlama aşamasında olan ülkeler	Fas, İsrail, Suudi Arabistan, Nijerya, Bangladeş, Kuveyt, Malezya
Politika seçeneği olarak tartışılma aşamasında olan ülkeler	Venezuela, Singapur, İsrail, Hırvatistan, Namibya, Moğolistan, Arnavutluk, Libya, Azerbaycan, Sri Lanka, Tunus, Suriye, Irak, Katar, Sudan, Küba, Estonya ve Letonya Bolivya, Paraguay, Peru, Şili, Sırbistan
Şu an resmi olarak politika seçeneği olarak değerlendirmeyen ülkeler	Arnavutluk, Avustralya, Yeni Zelanda, Portekiz, Norveç, İrlanda, Kuveyt, Myanmar, Malezya, Kamboçya, Ruanda, Tanzanya, Zambiya, Suriye, Katar

**Kaynak:** Dünya Nükleer Birliği- World Nuclear Association

Sonuç olarak, dünya nüfusunun artmasıyla birlikte enerji talebi de artmaya devam etmektedir. Ülkelerin enerjiye olan muhtaçlıkları onları enerjide çeşitliliğe gitmeye ve bu kapsamda alternatif enerji kaynakları aramaya yöneltmiştir. Günümüzde sürdürülebilir enerji kaynakları üzerinde yoğun bir ilgi olmakla birlikte nükleer enerji ülkelerin artan enerji ihtiyaçlarını karşılamada önemli bir kaynak olarak öne çıkmaktadır. Özellikle bugünün gelişmiş ülkeleri geçmişte, hızlı büyüme ve kalkınma süreçlerini tamamlama gayretlerinin bir sonucu olarak artan enerji taleplerini karşılamak adına nükleer enerjiyi bir seçenek olarak değerlendirmişlerdir. Dünyada yaygın olarak kullanımı bulunan nükleer enerji kaynağı, Türkiye’de henüz kullanılmamaktadır. Ancak Mersin’de nükleer santral kurulması hedeflenmiş ve bu kapsamda gerekli adımlar atılmıştır. Uluslararası Enerji Ajansı’nın (IEA) Türkiye 2021 ülke raporuna göre, ilk ünitesinin inşaatına 2018 yılı Nisan ayında resmi olarak başlanmış olan Mersin Akkuyu nükleer santralının 2023 yılına kadar tamamlanması planlanmaktadır. Diğer ünitelerin ise 2026 yılı sonuna kadar birer yıllık aralıklarla devreye alınması planlanmaktadır.

Bu çalışmanın seçilme amacı oldukça tartışmalı olan Mersin Akkuyu nükleer enerji santralının Türkiye’ye sağlayacağı muhtemel avantaj ve dezavantajlarının neler olduğu konusunda detaylı bir araştırma yapma isteğidir. Türkiye’de enerjide artan dışa bağımlılık, ülkenin kronik bir yapıya dönüşen dış ticaret açığı üzerinde baskılar oluşturmaktadır. Bu kapsamda ‘Türkiye’nin enerji açığının karşılanmasında ve dolayısıyla enerjide dışa bağımlılığın azaltılmasında nükleer enerji bir seçenek olabilir mi?’ sorusu akıllara gelmektedir. Bu kapsamda çalışmada özellikle Mersin Akkuyu nükleer enerji santralının durumu, Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığı açısından tartışılmaktadır. Bu çerçevede öncelikle nükleer enerji konusunda ortaya atılan birtakım

argümanlara yer verilmiştir. Bir sonraki kısımda Türkiye’de yapımına başlanmış olan Mersin Akkuyu nükleer güç santralinin, enerji bağımlılığı, yer seçimi ve maliyeti açısından sonuçları üzerinde durulmuş ve konuyla ilgili olarak literatürde yer alan çalışmalarda tartışılan farklı görüşlere yer verilmiştir. Tespit edilen farklı görüşler bulgular kısmında özetlenmiştir. Son olarak konu üzerinde genel bir değerlendirme yapılarak birtakım önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Kavramsal Çerçeve

### 2.1. Nükleer Enerji Tartışması

Bugüne kadar enerji ihtiyacının karşılanmasında nükleer enerjiden yararlanma meselesi taraf olanları ve karşı çıkanları ile süregelen bir tartışma konusu olmuştur. Taraf olanlar genellikle nükleer enerjiyi fosil enerji kaynakları ile kıyaslamakta ve nükleer enerjinin bu kaynaklara göre daha avantajlı bir kaynak olduğunu savunmaktadırlar. Bu kapsamda fosil kaynakların dünya enerji ihtiyacını karşılama sürelerinin kısıtlı olması, toplumda özellikle Avrupa toplumlarında çevre duyarlılığının artması, petrol fiyatlarında yaşanan artışlar, ülkelerin nükleer teknolojiye ve atom silahı yönünden söz sahibi olmak istemeleri gibi nedenler nükleer enerji kullanmayı cazip kılan etkenler olarak belirtilmiştir (İnanç, 1978: 6).

Nükleer enerji tercihinde bulunan ülkelerin gerekçeleri arasında nükleer enerjinin çevre dostu olduğu özellikle vurgulanmaktadır. Yenilenemez olarak sınıflandırılan fosil enerji kaynaklarının kullanımı sonucunda ortaya çıkan CO2 emisyonu, dünya atmosferinde sera etkisi meydana getirmektedir. Bu kaynaklar yarattığı bu etkiyle iklimsel değişikliklerin oluşmasına neden olarak atmosferi kirletmektedir. Nükleer santraller ise fosil yakıtlı santraller gibi sera gazlarının ortaya çıkmasına ve yayılmasına sebep olmamaktadır (Şahin, 1989: 292-301). Nükleer enerji üretimi sonucunda ortaya çıkan emisyon miktarı oldukça düşük olup kömür santrallerinin neden olduğu emisyon miktarının %1-2’si düzeyindedir. Çevreci ve sürdürülebilir enerji kaynakları olarak değerlendirilen güneş ve rüzgar enerjisiyle karşılaştırıldığında nükleer enerji en düşük karbon salımlı enerji kaynağı olarak değerlendirilebilir (İşeri ve Özen, 2012: 166). Ayrıca nükleer enerji azot oksitleri ve sülfür oksitleri salmamaktadır. Dolayısıyla bu enerji üretimi asit yağmurlarına sebep olmamaktadır (Özemre vd., 2000: 6).

Türkiye Atom Enerji Kurumu’nun (TAEK)<sup>1</sup> 2011 raporuna göre, nükleer elektrik üretim maliyetleri içerisinde yakıt maliyetlerinin payı % 20’dir. Nükleer enerji santrallerine göre doğalgaz santrallerinin yakıt maliyeti düşük, ancak yatırım maliyetleri yüksektir. Kömür santralleri ise orta düzeyde yatırım ve yakıt maliyeti gerektirir. Rüzgar ve hidroelektrik gibi yenilenebilir kaynaklı santrallerin ise nükleer enerji gibi birim güç başına üretim fiyatı düşüktür ancak yüksek yatırım maliyetleri vardır.

Sonuçta, nükleer santraller çok yüksek kapasite kullanımına sahiptir. Bu özellik nükleer santrallere kesintisiz ve dolayısıyla istikrarlı elektrik üretim olanağı sağlamaktadır. Bunun yanı sıra elektrik üretim maliyeti içerisinde yakıt maliyetleri düşük paya sahiptir. Dolayısıyla dış etkilerden kaynaklı yakıt maliyetinde bir dalgalanma olsa da bunun üretim maliyetine yansımaları düşük olacaktır. Bu özellikleri aynı anda sağlayan başka bir enerji kaynağı yoktur (İmer ve Dalbudak, 2012: 157).

Nükleer teknolojinin ülkenin teknolojik, kültürel, ekonomik yönden zenginleşmesine ve nitelikli iş gücünün artmasına da katkısı vardır. Ayrıca nükleer santraller ülkenin doğal uranyum ve toryum yataklarına sahip olması durumunda enerji hammaddesi olarak dış ülkelere olan bağımlılığının azalmasına katkı sağlar (Özemre vd., 2000: 6).

Tabak (2009), nükleer enerji kullanımının sağladığı avantajlara yönelik ortaya atılan argümanları beş başlıkta özetlemiştir (Tabak, 2009: 147-149):

Argüman 1: Nükleer enerji, talebi karşılamak için yeterli güç sağlayabilir. Tipik bir nükleer santral, diğer birçok santral tipine göre büyük bir elektrik enerjisi üreticisidir. Nükleer santrallerin kapasite faktörleri, yani her birinin tam güçte çalıştığı sürenin yüzdesi, diğer enerji üretim teknolojilerinin çoğundan daha yüksek, ortalama yaklaşık yüzde 90’dır. Ayrıca, nükleer enerji santralleri, elektrik arzının elektrik talebiyle güvenilir

<sup>1</sup> Nükleer faaliyetleri desteklemek üzere çalışmalar ve Ar-Ge çalışmaları yürüten TAEK, nükleer araştırma, atık yönetimi, eğitim ve diğer ilgili faaliyetleri yürütmek üzere ETKB bünyesinde “yan kuruluş” olarak yeniden yapılandırılarak 57 sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Mart 2020’de kurulan Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) ile birleştirilmiştir.

bir şekilde eşleştirilmesine katkı sağlar. Bir üretim biriminin güç üretmesi yeterli değildir, talep olduğunda güç üretmesi gerekir. Oysa güneş ve rüzgar üniteleri talepten bağımsız olarak güç üretir veya üretmez.

Argüman 2: Nükleer enerji emisyonuz elektrik sağlar. Nükleer santraller elektrik üretmek için yanmaya bağlı değildir, bu nedenle yanma ürünlerinin hiçbirini üretmezler. Yanma sürecinin ana yan ürünlerinden biri olan karbondioksit, küresel iklim değişikliğinin önemli bir etkenidir. Nükleer santralle aynı miktarda elektrik üretmek için her yıl yaklaşık 2,5 milyon ton kömür yakmak gerekir ki bu da çok büyük bir çevresel yük getirir.

Argüman 3: Nükleer enerji tarafından üretilen gücün maliyeti oldukça istikrarlıdır. Nükleer yakıt, fisyon sürecinde çok fazla enerji açığa çıkardığından, yakıt maliyeti, nükleer enerjiyle güç üretme maliyetinin yalnızca küçük bir parçasıdır. 1970'lerden bu yana, uranyum fiyatı büyük ölçüde dalgalanmıştır, ancak bunun nükleer enerjiden üretilen elektriğin fiyatı üzerinde sadece küçük bir etkisi olmuştur. Çünkü doğal gazın maliyetinin aksine, örneğin, nükleer yakıt maliyetleri, elektrik üretim maliyetinin küçük bir kısmını oluşturur. Fiyat istikrarı, işletmelerin ve ev sahiplerinin gelecekteki enerji harcamalarını başarılı bir şekilde planlamasını sağlar.

Argüman 4: Kullanılmış nükleer yakıtlarla ne yapılacağı sorunu çözüldü demek kesinlikle doğru olamaz. Ancak birçok kişi, jeolojik bir deponun, kullanılmış yakıtı izole etmenin pratik bir yolu olduğuna inanmaktadır. Örneğin İsveç, Finlandiya, Fransa ve Amerika Birleşik Devletleri'nin hepsinin jeolojik depoları kullanma planları vardır. Ayrıca, yeni teknolojiler depolara yerleştirilmesi gereken atık miktarını azaltabilir ve hatta atıkların tehlikeli kalacağı süreyi azaltabilir. Kullanılmış yakıtta bulunan plütonyum ve uranyum artık daha güvenli bir şekilde yeniden işlenebilir ve tekrar kullanılabilir ve binlerce yıl boyunca radyoaktif kalan diğer ağır metaller, inşa edilmiş reaktörlerde özel olarak yok edilebilir. Böylece binlerce yıldan ziyade yüzyıllarca yüksek oranda radyoaktif olan atıklar, bir depoya yerleştirilebilecektir. Bu çok daha izlenebilir bir sorundur.

Argüman 5: Yeni tasarımlar nükleer güçle ilişkili sorunların çoğunu çözmektedir. Günümüzdeki yeni tasarımlar ve Avrupa ve Asya'da halihazırda yapım aşamasında olan yeni reaktörler öncekilerden daha güvenlidir; inşa etmek ve işletmek için daha ucuzdurlar ve mevcut diğer teknolojilerden çok daha az çevresel sonuçla makul fiyatlı elektrik vaadi sunarlar. IV. Nesil tesisler olarak adlandırılan gelecekteki tasarımlar, daha da fazla avantaj sunar.

Nükleer enerjinin artı yönlerine karşılık taşımış olduğu birtakım riskler de mevcuttur. Bunlardan biri yatırım maliyetleridir. TAEK 2011 raporuna göre, nükleer elektrik üretiminde yatırım maliyetleri, üretim maliyetlerinin yaklaşık % 60'ı kadardır. Diğer enerji kaynaklarına göre daha uzun vadeli ve pahalı yatırımları gerektirmesi nükleer enerji için önemli bir dezavantaj teşkil etmektedir. Ayrıca nükleer enerji üretiminden kaynaklı birtakım santral kazaları ile zararlı nükleer atıkların taşınması, saklanması ve gömülmesi aşamasında ortaya çıkan olumsuzluklar nükleer santrallerden elektrik enerjisi elde etme fikrine karşı çıkanlarca öne sürülen gerekçeler arasında yer almaktadır. Gerçekleşebilecek bir nükleer sızıntının insan ve çevre üzerinde bırakacağı kalıcı zararlar bu konudaki tartışmaları körüklemektedir.

Tartışmaların odağında radyoaktif atıklar vardır. Radyoaktif atıklar organizmalarda kalıtım yolu ile geçerek değişiklikler meydana getirebilmektedir. Bu nedenle çevreye gelişigüzel ve kontrolsüz bırakılan atıklar canlılar için tehlike yaratmaktadır (Üçpırtı vd., 1997: 147). Yaklaşık 400-600 arası kimyasal maddenin sadece bir nükleer reaktörden üretilmekte olduğu bilinmektedir. Bu kimyasallardan gaz ve sıvı olanlar atmosfere ve doğaya karışırken sadece katı olanların geri dönüşümü sağlanmaktadır. Nükleer enerji santrallerinin işletimi sırasında ısınan reaktörlerin ve radyoaktif çubukların soğutulmasında bol miktarda su kullanılmaktadır. Kullanıldıktan sonra doğaya bırakılan bu sular toprağı ve suyu kirletmektedir. Ayrıca nükleer enerji üretiminde periyodik havalandırmalar yapılmaktadır. Bu sırada havaya karışan gazlar atmosferi kirletmektedir (Soykenar ve Coşkun, 2015: 66).

Nükleer santrallerde oluşabilecek bir nükleer kaza riski, başka bir tartışma konusudur. 1979'da Three Mile Island Unit 2'de meydana gelen bir kaza, reaktör çekirdeğinde önemli hasara neden olmuş, ancak çok az radyoaktif malzeme serbest kalmıştır. Yaşanan bu olay, nükleer endüstriyi reaktör güvenliğini artıran birçok değişiklik yapmaya teşvik etmiştir. 1986'da ise Çernobil, SSCB'de ciddi bir kaza meydana gelmiştir. Yetkisiz bir deney sonucunda, büyük miktarda radyoaktivite salınımının eşlik ettiği bir patlama ve yangın meydana gelmiştir. Yakındaki şehirler boşaltılırken, çok sayıda insan hayatını kaybetmiştir (Murray, 2008: 314). Kaza

sonucunda ortaya çıkan radyasyon bulutu haftalarca, Türkiye dahil Avrupa üzerinde dolaşmıştır. Havaya yayılan radyasyon, yağmurlarla birlikte besin zincirine karışmıştır. Bu süreçte, on binlerce kişi radyasyona maruz kalmış ve bu kişilerde kanser riski artmıştır (<http://www.emo.org.tr>). Önemli kazalardan bir diğeri olan Fukuşima nükleer santral kazası ise 11 Mart 2011 tarihinde gerçekleşmiştir. Dokuz büyüklüğündeki deprem ve tsunami sonucunda ilk dört reaktör elektriksiz kalıp soğutulamamıştır. Bu kazayla birlikte santrallerde herhangi bir sebeple ciddi sorunların oluşması durumunda alınması gereken tedbirler ve santral güvenliği konusunda anlayış ve tasarım değişikliğine gidilmesi gerektiği anlaşılmıştır (Eral, 2015: 8).

Avrupa'nın Fukuşima nükleer kazasına olan tepkisinde üye ülkeler arasında büyük farklılık gözlenmiştir. Nitekim Birleşik Krallık'ta, politika yapıcılarının yakın gelecekte nükleer enerji üretimini artırma kararları konusunda kararlı kalmalarına karşılık Almanya'da federal hükümet en azından geçici olarak eski nesil nükleer reaktörleri kapatmaya ve tüm ulusal nükleer güç tesislerinin güvenliğini yeniden incelemeye karar vermiştir (Wittneben, 2012: 1). Bu kapsamda Almanya 2011 yılında 17 nükleer santralinden en eski olan 8'ini kalıcı olarak kapatma kararı almış ve kalan tesislerin 2022 yılına kadar tasfiye edilmesi ve büyük olasılıkla ek tesislerin inşa edilmemesi için bir yasa çıkarmıştır. Benzer şekilde İsviçre'de de İsviçre Federal Konseyi, İsviçre'nin mevcut reaktörlerinin lisans süreleri boyunca çalışmaya devam etmelerine izin verilmesini, ancak mevcut lisanslarının sonunda kapanmalarını ve değiştirilmemelerini tavsiye etmiş ve teklif parlamento tarafından onaylanmıştır. (Joskow ve Parsons, 2012: 106-107).

Tabak (2009), nükleer enerji kullanımına getirilen eleştirileri beş argüman ile özetlemiştir (Tabak, 2009: 150-152):

Argüman 1: Nükleer santraller tehlikelidir. Bir nükleer reaktörün işleyişindeki küçük değişiklikler, hızla büyük ve tehlikeli güç dalgalanmalarına yol açabilir. Nükleer santralleri kontrol etmek için kullanılan teknolojinin karmaşıklığı, bu güç dalgalanmalarına etkin bir şekilde yanıt vermeyi zorlaştırmaktadır. Nükleer enerjinin tarihi, özellikle Çernobil kazası, bu santrallerin güvenli bir şekilde çalıştırılmayacağını yeterli kanıttır.

Argüman 2: Nükleer santraller nükleer yayılma olasılığını artırır. Nükleer silahlarda ya yüksek oranda zenginleştirilmiş uranyum ya da plütonyum kullanılır. Ticari reaktörlerde kullanılmak üzere biraz zenginleştirilmiş uranyum üretmek için kullanılan teknolojiler, nükleer silahlarda kullanılmak üzere yüksek oranda zenginleştirilmiş uranyum üretmek için de kullanılabilir. Sonuç olarak, mevcut nükleer reaktör tasarımlarının çoğunda yakıt üretmek için gerekli olan zenginleştirme teknolojisi, önemli bir çoğalma riski oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra çalışan bir reaktörün yakıtında önemli miktarda plütonyum oluşur. Plütonyum, bir plütonyum bombası yapmak üzere gereken malzemeyi üretmek için yeniden işleme sırasında ayrılabilir. Yakıt üretim aşamasında olduğu gibi, yeniden işleme aşaması da kullanıcının nükleer silah yapmak için gerekli malzemeyi üretmesini sağlar.

Argüman 3: Nükleer santrallerin ürettiği elektrik pahalıdır. Nükleer enerji, hem devlet tarafından finanse edilen araştırmalar hem de örneğin bir santral felaketi durumunda nükleer santral sahiplerinin sorumluluğunu sınırlayan politikalar açısından önemli devlet sübvansiyonlarından yararlanmıştır. Bu programların maliyetleri, tüketici tarafından nükleerden üretilen elektrik için ödenen elektrik fiyatlarına adil bir şekilde yansıtılsaydı, elektrik faturaları çok daha yüksek olurdu.

Argüman 4: Kullanılmış nükleer yakıtla ne yapılacağı sorunu çözülememiştir. Kullanılmış yakıttaki plütonyum ve uranyum, çok uzun süreler boyunca, insan ırkının kayıtlı tarihinden çok daha uzun bir süre radyoaktif kalır. Bu nedenle, kullanılmış yakıtı, özel olarak inşa edilmiş derin yeraltı depolarına yerleştirmek için halihazırda tasarlanan stratejilerin, radyoaktif materyali yeterince uzun süre güvenli bir şekilde tutacağından emin olunamaz. Bu neslin gelecek nesillere karşı, radyoaktif atık sorununa, onu, deponun içine gömmekten daha etkili bir çözüm bulma sorumluluğu vardır.

Argüman 5: Nükleer güç gereksizdir. Teoride benzer miktarlarda güç üretebilen başka "daha yeşil" teknolojiler de vardır. Bu teknolojiler daha güvenlidir ve nükleer enerjiden daha az kirlilik üretir. Bu teknolojilerin şu anda nükleer enerjiye kıyasla çok az miktarda enerji üretmesinin nedeni, aynı miktarda devlet tarafından finanse edilen araştırma ve diğer sübvansiyonlardan yararlanmamış olmalarıdır. Nükleer enerjiye alternatifler güneş, rüzgar, jeotermal ve gelgit enerjileri ile biyoyakıtları içerir ancak bunlarla sınırlı değildir.

Sonuç olarak nükleer enerji tartışmasının iki yönü vardır. Nükleer enerjinin fosil kaynaklara göre yakıt maliyeti bakımından ucuz ancak yatırım maliyeti açısından pahalı olması; fosil kaynaklarla çalışan teknolojilere kıyasla çok daha az oranda sera gazı salınımına neden olmasına karşılık nükleer santrallerin ürettiği atıkların neden olduğu çevresel sorunlar ve olası bir kaza riskini barındırması gibi temel çelişkili hususlar nükleer enerjiyi tartışmalı bir konuya dönüştürmektedir. Dolayısıyla nükleer enerjiden yararlanmak isteyen bir ülkenin bu hususları ve nükleer enerjinin sağladığı diğer artıları ve eksileri doğru analiz etmesi gerekmektedir.

## 2.2. Türkiye'nin Nükleer Enerji Seçeneği

Türkiye, elektrik enerjisi üretimi açısından doğal gaz ve kömür ithalatına olan bağımlılığının azaltılması, enerji çeşitliliğinin sağlanması ve artan enerji ihtiyacının karşılanması amacıyla enerji politikasında yönünü nükleer enerjiye çevirmiştir.

Türkiye'de kurulacak nükleer enerji santralleri için 1968, 1973 ve 1980 yıllarında üç fizibilite çalışması yapılmıştır. 1973 yılında yürütülen fizibilite çalışmaları sonucunda Mersin Akkuyu sahası en öncelikli saha olarak belirlenmiştir (Şahin, 1989: 304). 2004 yılında ETKB tarafından nükleer santral kurulmasına yönelik olarak TAEK görevlendirilmiştir. 2007 yılında TAEK Akkuyu ve Sinop'ta olmak üzere iki nükleer santralin inşasına başlamak amacıyla "Ulusal Nükleer Teknoloji Geliştirme Programı"nu oluşturmuştur. Bu program çerçevesinde nükleer enerji santrallerine yönelik Ar-Ge altyapısının oluşturulması, kalifiyeli elemanların yetiştirilmesi ve nükleer reaktör teknolojisinin geliştirilmesi konularında adımlar atılmıştır (Kaya ve Göral, 2016: 425). Akkuyu nükleer santralının yapım ve işletme hakkı, Türkiye'nin enerji kaynaklarının temininde büyük oranda bağımlı olduğu Rusya'ya verilmiştir. Rusya Nükleer Enerji Bakanlığı ROSATOM, yapılan ikili anlaşma gereğince ömür boyu çoğunluk hisselerinin sahibi olacaktır (Yakış ve Türkyılmaz, 2018: 281). İkinci nükleer santralin ise Japon Konsorsiyumu ile birlikte Sinop'ta inşa edilmesine karar verilmiştir. Bu amaçla 3 Mayıs 2013 tarihinde Türkiye ile Japonya arasında hükümetler arası anlaşma imzalanmıştır. Ancak daha sonra yürütülen fizibilite çalışmaları sonucunda maliyet tablosunun yüksek olduğu ortaya çıkmıştır. Bunun sonucunda Sinop nükleer santrali için Japonya ile devam etmeme kararı alınmıştır (EÜAŞ, 2021: 19-20).

Nükleer teknolojiye sahip olmayan Türkiye ithalat yoluyla nükleer reaktörlerin inşasını gerçekleştirmektedir. Nükleer enerjinin insan ve çevre üzerinde geri dönülemez zararlar doğurabileceği meselesine ek olarak nükleer teknoloji ithalatının hali hazırda enerjide büyük oranda bağımlı olunan Rusya'dan yapılacak olması çok ciddi tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Türkiye'nin enerji ihtiyacının yaklaşık % 78'lik kısmını ithalat yolu ile karşıladığı düşünüldüğünde enerjide dışa bağımlılıktan kurtulmak büyük önem arz etmektedir. Ancak uygulanan nükleer enerji politikası kapsamında santral yapım ve işletim hakkının Rusya'ya verilmesi enerji arz güvenliği açısından oldukça düşündürücüdür.

Türkiye'nin nükleer enerjiye geçme gerekçeleri, çalışmanın bir önceki bölümünde sıralanan nükleer enerjinin sağlanmış olduğu avantajlardan yararlanmak olup bu teknolojiyi kullanan veya kullanmak için gerekli çalışmaları başlatan ülkeler ile benzerlik göstermektedir. Diğer taraftan Türkiye'de nükleer enerjiye karşı çıkanların öne sürdükleri nedenler dünya genelindeki birçok ülke ile aynı olmasına karşılık Türkiye'nin Rusya ile yaptığı Akkuyu nükleer santrali anlaşması, içermiş olduğu bazı hükümler nedeniyle farklı tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Bu kapsamda iki devletin üzerinde mutabık kaldıkları bir nükleer anlaşma kapsamında yapımına başlanmış olan Akkuyu nükleer santraline yönelik yapılan eleştirilere yer vermek daha uygun olacaktır.

"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 5'inci maddesinin 2'nci fıkrasına göre proje şirketi, nükleer santralden üretilen elektriğin ve nükleer güç santralının sahibidir. İlgili maddenin 3'üncü fıkrasında ise proje şirketinin, doğrudan veya dolaylı olarak başlangıçta % 100 hisse payına sahip olacak şekilde Rus tarafınca yetkilendirilen şirketlerce kurulacağı ve Rusların payının hiçbir zaman % 51'in altına düşmeyeceği belirtilmiştir. Bu maddede ifade edilenlerin anlamı açıktır. Mersin Akkuyu'da yapımına başlanmış olan nükleer santralin kullanım ömrü boyunca sahibi Rusya'dır. Şahin (2012: 120) bu durumu şu cümlelerle ifade etmiştir; "Akkuyu nükleer santrali, egemen bir devletin sınırları içinde olup da bir başka devlete ait olan ve o devlet tarafından işletilen ilk ve tek nükleer santral olacaktır."



Rusya ile yapılan ilgili nükleer santral anlaşması'nın 12'nci maddesinin 1'inci fıkrası gereğince ise yakıt tedariki, proje şirketine aittir. Söz konusu madde değerlendirildiğinde nükleer santrallerde kullanılacak uranyum hammaddesinin tedariki Rus proje şirketine bırakılmıştır. Dolayısıyla nükleer enerji yakıtı olan uranyum hammaddesini Rus şirketi Türkiye'ye kendi ülkesinden veya başka bir ülkeden ithal edecek ve ürettiği elektriği yine ilgili anlaşmanın 10'uncu maddenin 5'inci fıkrası gereğince, 15 yıl boyunca ilk iki ünitenin üreteceği enerjinin % 70'ini, üçüncü ve dördüncü ünitelerin üreteceği enerjinin ise % 30'unu, 12,35 ABD senti/kWh ağırlıklı ortalama fiyattan (KDV hariç) Türkiye'ye satacaktır. Söz konusu maddenin 10'uncu fıkrasına göre ise bu fiyat projenin geri ödenmesinin sağlanması adına 15.33 ABD sente/kWh kadar çıkartılabilecektir. Bu durum ise Türkiye'yi enerjide dışa bağımlılıktan kurtarmanın aksine daha da dışa bağımlı hale getirebilecek niteliktedir.

Damar (2018: 305), Akkuyu nükleer santralının kurulması halinde üreteceği elektriğin 15 yıl boyunca, 12,35 dolar-sent/kWh bedelle TETAŞ<sup>2</sup> şirketine satılacak olmasını eleştirmiştir. Damar'a göre bugün 1 kWh elektriğin fiyatı devletin kontrolü altındaki elektrik piyasasında 16,5 kuruş civarındadır. Yani yaklaşık 4,5 dolar-sent/kWh'dir. Ayrıca elektrik birim üretim maliyeti hiçbir kaynakta 2040 yılına kadar Akkuyu nükleer santrali için verilen 12,35 dolar-sent/kWh fiyatı kadar pahalı değildir.

Elektrik Mühendisliği Odası'nın (EMO) yapmış olduğu basın açıklamasına göre Türkiye, 15 yılda satın alacağı 415 milyar kilovat saatlik elektrik karşılığında ortalama fiyat üzerinden Rusya'ya 51 milyar dolar ödeyecektir. Ayrıca 4 bin 800 megavatlık nükleer santral için 20 milyar dolarlık bir yatırım maliyeti açıklanmıştır. Ancak 2008 yılında Rusya'da inşasına başlanmış olan ve en pahalı santrallerden biri olarak kabul edilen Leningrad 2'nin birim yatırım maliyetinin 2 bin 417 dolar olduğu düşünüldüğünde Türkiye'de yapılacak nükleer santral yatırımı Leningrad 2'den % 72 daha pahalıdır (EMO, 2010: 77-78). Akkuyu Nükleer Elektrik Santrali yatırım maliyeti ile 20.000 MW güçte su, rüzgâr veya güneş santrali yapılabilir (Damar, 2018: 306).

Nükleer santral anlaşmasının 12'nci maddesinin 3'üncü fıkrasına göre ise kullanılmış herhangi bir radyoaktif materyalin sınır ötesi taşınması, santrallerin sökülmesi ve atık yönetimi Rus proje şirketine bırakılmıştır. Ancak özellikle nükleer atıkların nasıl yönetileceği, sınır ötesine güvenli bir şekilde nasıl taşınacağı ve bu işlemler sırasında bir nükleer sızıntısının olmaması için yapılacakların neler olduğu hususları merak konusudur.

Akkuyu nükleer santral projesi Rusya, Voronej bölgesinde bulunan Novovoronej NGS-2 AES-2006 Proje'si referans alınarak hazırlanmıştır. Bu model Finlandiya'da yapımı bitmek üzere olan III. Nesil nükleer santral VVER-1000 modelinin teknik özelliklerinden yararlanılarak geliştirilmiştir. VVER-1200 (AES-2006 tasarımı) olarak isimlendirilen ve Nesil III+ tasarımı olarak bilinen bu model, III. Nesil santrallerde bulunan pasif güvenlik sistemlerini, uçak çarpmasına karşı korunmayı ve reaktör yakıt maddesinin erimesi durumunda yakıt maddesini tutacak bir yakıt tutma çanağı, kalp yakalayıcı da içermektedir (Eral, 2015: 16-17). VVER-1200 tipi güç ünitelerinin ilk defa Türkiye'de deneniyor olmasının yanı sıra bu teknolojinin Avrupa Birliği standartlarına uymadığı, Avrupa Birliği tarafından lisans almadığı ve dolayısıyla Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne girme yönündeki görüşmelerinin devam ettiği bir süreçte böyle bir adımın atılmış olmasının yanlış olduğu yönünde eleştiriler yapılmıştır (Öztürk, 2011: 43-44).

Ertürk (2009: 151)'e göre, nükleer santraller için eğer Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) çalışmaları kapsamlı olarak gerçekleştirilirse ve yeterli emniyet koşullarını sağlayan en yeni teknolojiyle nükleer santraller projelendirilirse bu enerji kaynağı, çevresel etkileri düşünüldüğünde fosil yakıtlarla çalışan teknolojilere göre sürdürülebilir kalkınmaya çok daha büyük katkı sunacaktır.

Akkuyu NGS için hazırlanmış olan 25.11.2014 tarihli ÇED raporu bir başka eleştiri konusu olmuş ve TMMOB tarafından dava konusu edilmiştir. Ancak mahkeme tarafından varılan sonuçlar aşağıdaki gibi olmasına karşılık dava mahkemece reddedilmiştir (Yakış ve Türkyılmaz, 2018: 289-290).

“- Projede kaza senaryoları yoktur.

- Radyoaktif atıkların ne şekilde bertaraf edileceği ve yönetileceği konusu 10 yıl sonrasına ertelenmiştir. 10 yıl boyunca havuzlarda bekletilecek atıklarla ilgili olarak daha sonra ne yapılacağı belirtilmemiştir.

---

<sup>2</sup> 9 Temmuz 2018 tarihli ve 30473 (mükerrer) sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 703 sayılı KHK kapsamında TETAŞ ve EÜAŞ, EÜAŞ bünyesinde birleşmiş ve eski TETAŞ'ın görev, yetki ve sorumlulukları artık EÜAŞ tarafından yerine getirilmeye başlanmıştır.

- İklim değişikliği ve deniz seviyesinin yükselmesi beklenen bir durum olduğu halde buna dönük alınabilecek önlemlere ilişkin herhangi bir incelemede bulunulmamıştır.
- 1203 hektarı kapsayan proje sahasının 71,63 hektarlık kısmı orman olduğu halde ne kadar ağaç kesileceğine dair bir bilgiye ÇED raporunda rastlanmamıştır.
- Deprem ve deprem dolayısıyla oluşabilecek tsunami riskine karşı ne tür önlemler alınacağına dair bir bilgi ÇED raporunda mevcut değildir.
- Akkuyu NGS için kurulum, işletme ve devreden çıkarma aşamalarında oluşacak katı, sıvı ve gaz formundaki atıklarla ve kullanılmış yakıtlarla ilgili tip, miktar, kimyasal ve fiziksel özellikler, depolama ve bertaraf koşulları, oluşacak emisyonlar ve bunların mevzuat sınırları içinde kalacağı konusunda yalnızca taahhütte bulunulmuş, somut, açık, net bilgilere yer verilmemiştir.
- Acil durum planları hem ÇED sürecinde hem de TAEK'in lisanslama aşamasına havale edilmiştir.
- Haziran-Eylül ayları arasında denizde 30°C üzerine çıkan su sıcaklığının deşarj noktasında 7-10°C sıcaklık artışı ile Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde belirtilen 35°C su sıcaklığı limitini aşacağına görüldüğü, raporda, soğutma suyu nedeniyle oluşacak atık ısının su ekosistemindeki etkilerinin tahmini, çalışmakta olan diğer elektrik enerjisi tesislerinin soğutma su sistemleri ile benzeştirilerek verildiği, ancak, örneklerin Doğu Akdeniz gibi yüksek bir ortalama sıcaklığa sahip denizlerden değil, Baltık Denizi gibi soğuk denizlerden olduğu, NGS Akdeniz'den dört güç ünitesi için yaklaşık 1.080.000 m<sup>3</sup>/saat su alınacağı, bu kadar büyük bir debiye sahip deniz suyunda bulunacak balık, kabuklu vs. için, su girişi, hidrolik koruma yapıları ve tasarımları, biyolojik büyümeye karşı koruma sistemlerinin hazırlık aşamasında olduğu ve teknik tasarım aşamasında nihai olarak kabul edileceğinin belirtildiği beyanları yeterli bulunmuş ancak raporda bu konuların açıklanmamasının eksiklik olarak değerlendirildiğinin altı çizilmiştir.””

Akkuyu'da yapılması planlanan nükleer enerji santrali yer seçimi açısından da sakıncalı bulunmuş ve eleştirilmiştir. Böyle bir tesisin yapımı esnasında uyulması gereken kriterler vardır. Yapılacak santrallerin herhangi bir risk anında bölgede nesli tehlikeye düşmüş, koruma altına alınmış veya önemli sayılan biyolojik türlerin varlığına zarar vermeyecek bir bölgeye yapılması gerekmektedir. Fakat Akkuyu'da kurulması düşünülen nükleer santral bu kriteri taşımamaktadır. Santral yakınındaki Aydıncık ve Ovacık Kıyıları önemli doğa alanı sınırları içerisinde bulunmaktadır. Burada endemik bitkiler ve nesli dünya ölçeğinde tehlikede olan Akdeniz foku ve bölgesel ölçekte tehlike altında olan bazı kelebek türleri bulunmaktadır. Ayrıca, nükleer enerji santrali için seçilen alan Göksu Deltası Özel Çevre Koruma Bölgesi yakınındadır. Dolayısıyla yer seçimi yapılırken bu özelliklerin göz ardı edildiği görülmektedir (Aykul, 2011: 14). Yeşil (2000: 42) ise Akkuyu nükleer santraline yönelik yer lisansının 1976 yılında verildiğini, o dönemdeki parametrelerle bugünkü parametrelerin farklı olduğunu ve Akkuyu'nun Ecemiş Fayı'na 25 km uzaklıkta olduğunu hatırlatmıştır.

İmer ve Dalbudak (2012: 148), nükleer güç santrallerini, nükleer teknoloji transferinin tek yolu olarak görmektedir. Yazarlara göre nükleer teknoloji, neredeyse tüm mühendislik alanlarında ve ilaveten tıp, tarım ve hayvancılık gibi pek çok alanda da büyük bir bilgi birikimini beraberinde getirecektir. Ancak İmer ve Dalbudak (2012) Rusya ile sağlanan anlaşmanın teknoloji transferinin gerçekleştirilmesini sağlamak noktasında ne yazık ki birtakım eksiklikler içerdiğini belirterek ana hedefin riske atıldığını vurgulamışlardır.

Kısacası literatürde Akkuyu nükleer santrali özelinde yapılan yoğun eleştiriler vardır. Ayrıca literatürde oluşabilecek bir nükleer santral kazasının ve nükleer atıkların insan ve çevre üzerinde bırakacağı zararlar nedeniyle nükleer enerjinin bir alternatif kaynak olamayacağına da üzerinde durulmaktadır. Özellikle geçmişte yaşanan Çernobil ve Fukuşima nükleer santral kazaları sonucu yaşananlar düşünüldüğünde bu enerji kaynağına duyulan güvensizliğin haklı gerekçeleri söz konusudur. Buna karşın artan enerji ihtiyacının karşılanması, enerji çeşitliliği ve fosil kaynaklara nispeten sera gazı salımı yapmaması nedeniyle daha çevre dostu bir enerji kaynağı olması açısından Türkiye'nin nükleer enerjiye geçmesinin akla yatkın olduğu da savunulmaktadır.

İnanç (1978: 9), Türkiye'de tamamen dışa bağımlı olarak kurulan reaktörlerin gelecekte çalışamaz duruma düşebileceğine vurgu yapmıştır. Ayrıca yazara göre nükleer santrallerin enerji üretim kesimindeki payı iyi bir şekilde planlanmalı, ülkenin nükleer hammadde yatakları iyi tespit edilmeli ve yerli hammaddeyle çalışabilir en ekonomik ve Türkiye koşullarına en uygun nükleer teknoloji seçilmelidir.

ETKB Bilgi Merkezi verilerine göre Türkiye’de 9.129 ton görünür uranyum rezervi mevcuttur. Ancak bu sayı aranıp buldukları yıllara göre makul ekonomik sınırlarda kabul edilse de günümüz için dünyaca kabul edilen ekonomik sınırların oldukça altında kalmıştır. Bunun nedeni, son yıllarda nükleer santral planlamalarındaki önemli değişimler ve özellikle Kanada ve Avustralya’da yüksek tenörlü, üretim maliyetleri çok düşük uranyum yataklarının bulunmasıdır. Sonuç olarak günümüzde nükleer santrallerde kullanılan uranyum hammaddesi Türkiye’de çok düşük miktarda bulunmakta olup kurulacak nükleer santrallerde kullanılacak kadar verimli değildir. Bunun yanı sıra ETKB’nin verilerine göre ortalama 380.000 ton görünür toryum rezervi tespit edilmiştir. Ancak, toryumun zenginleştirilmesiyle ilgili teknolojik sorunlar henüz tam olarak çözülememiştir. Toryum rezervi bakımından zengin bir ülke olmamıza karşılık toryuma dayalı nükleer santrallerin henüz devreye girmemiş olması nedeniyle Türkiye’nin uranyum hammaddesi ithalatının ve dolayısıyla enerji hammaddesi açısından dışa bağımlılığının devam edeceği anlaşılmaktadır.

Şahin (1989: 305), ithal kömürlü termik santraller kurmak yerine nükleer santral kurmanın gerek çevre ve gerekse milli ekonomi açısından daha rasyonel olduğu görüşündedir. Şahin (1989)’a göre, bu teknolojiye girebilmek için; öncelikle nükleer politika ve hedeflerin belirlenmesi, ihtiyaç duyulan konularda eğitim ve bilgilendirme programlarının gerçekleştirilmesi ve sanayiden gelebilecek katkıları belirlemek için fizibilite çalışmaları yaparak milli sanayinin bu kapsamda değerlendirilmesi ve yönlendirilmesi gerekmektedir. ETKB Bilgi Merkezi bilgilendirme notuna göre insan kaynağı gelişimi noktasında Akkuyu’da çalışacak mühendis ihtiyacının karşılanması amacıyla, Rusya’ya eğitim almak üzere 248 öğrenci gönderilmiş ve mezun olanların Akkuyu nükleer santral projesi kapsamında çalışmaları planlanmıştır. Bunun yanı sıra yaklaşık 550 bin parçadan oluşan nükleer santral projesinin, diğer sektörlerle de sağlayacağı dinamizmle ve istihdam imkânıyla birlikte ülke sanayisine önemli derecede katma değer sunacağı öngörülmüştür.

Çetiner ve Sunal (2008: 203)’e göre nükleer teknoloji alanında dünyada yaşanan gelişmelerin yanı sıra Türkiye, jeopolitik durumu, nüfusu, gelişmekte olan bir ülke oluşu nedeniyle bir an önce nükleer teknolojiye geçmelidir. Ancak Türkiye’nin nükleer reaktör satın alırken dikkat etmesi gereken önemli hususlar söz konusudur. Öncelikle ilerde Türkiye’nin bizzat kendisinin de yapabileceği ve ülke sanayisine yüksek katkı sağlayacak bir reaktör tercih edilmelidir. Bu yolla Türkiye nükleer santral teknolojisiyle başta makine, elektronik, malzeme, imalat, yapı, tasarım, proje işletmeciliği ve bilgisayar teknolojisi vb. gibi alanlarda olmak üzere, sosyal davranış sahalarına kadar uzanacak birçok yan dallarda da teknolojik sıçrama yapacaktır.

Çalışkan (2009: 309) ithal edilen enerji kaynaklarında ve ithalat yapılan ülkelerde çeşitlendirmeye gidilmesi gerektiğini ve özellikle doğalgazda kaynak ülke çeşitlendirmesine gidilerek Rusya’ya olan yüksek bağımlılığın azaltılmasının önemini vurgulamıştır. Bununla birlikte Çalışkan (2009), Türkiye’nin, artan enerji talebini karşılamak amacıyla çevresel riski düşük, teknolojisi yüksek nükleer enerji üretimine bir an önce geçmesi gerektiğini belirtmiştir. Ancak Çalışkan (2009), ithalat yapılan ülkelerde çeşitlendirmeye gidilmesini ve nükleer enerjiye geçilmesi gerektiğini önermiş olsa da günümüzde Rusya ile yapılan nükleer anlaşma kapsamında gerek uranyum hammaddesi gerekse nükleer teknoloji açısından özellikle Rusya’ya olan bağımlılığın devam edeceği görülmektedir. Buna karşın Özalp (2017: 175) Akkuyu nükleer santrali yapımını desteklemiş ve bu vesilesiyle, Türkiye’nin Rusya’dan gerekli bilimsel teknik ve teknoloji transferini ivedilikle hızlandırması gerektiğini vurgulamıştır.

Damar (2018: 307)’a göre ise Türkiye’nin elektrik ihtiyacını karşılamak için nükleer santrallere ihtiyacı yoktur. Türkiye’nin önümüzdeki on beş yıl için gerekli elektriğini karşılayabilecek mevcut ve inşa edilmekte olan elektrik üretim tesisleri vardır. Daha sonraki yıllar için ülkenin yeterli yenilenebilir yerli kaynakları vardır. Nükleer enerji santralleri yakıt açısından dışa bağımlılığı arttırarak ülkenin elektrik güvenilirliğinin siyasal bacağına bir iyileşme sağlamayacaktır. Ayrıca nükleer santrallerden elde edilecek elektriğin satış fiyatı çok yüksektir. Bu santrallerden elde edilecek gelir yurtdışına gönderileceğinden ekonomik olarak nükleer enerji Türkiye’yi dışa daha çok bağlayarak enerji güvenliğinin ekonomik bacağına da zarar verecektir.

Uzun (2016: 198), tüm risklerin kontrol altına alınması halinde nükleer enerjiyi temiz ucuz, emniyetli, güvenilir, dayanıklı ve rekabetçi olarak nitelendirmiştir. Uzun (2016)’ya göre Türkiye için nükleer enerji bir seçenek değil gerekliliktir. Yeşil (2000: 29)’a göre ise nükleer enerji geleceğin değil ancak geçmişin teknolojisi olarak kabul edilebilir. Zira başta güvenlik ve atık sorunlarına hala nihai bir çözüm üretilmemiştir. Çözüm diye ortaya konulan model ise mali bir felakettir. Gelecek, geçmişin sorunlu teknolojisiyle değil geleceğin sorunsuz teknolojileriyle planlanmalıdır.

### 3. Yöntem

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Türkiye’de enerjide artan dışa bağımlılık, ülkenin kronik bir yapıya dönüşen dış ticaret açığı üzerinde baskılar oluşturmaktadır. Enerji açığını karşılamak adına Türkiye nükleer enerji seçeneğini değerlendirmeye almıştır. Çalışmanın temel problemi nükleer enerji santrallerinin Türkiye’ye sağlayacağı muhtemel avantaj ve dezavantajlarını ortaya koymaya çalışmaktır. Bu kapsamda çalışmada özellikle nükleer santrallerin ülkenin dış ticaret açığı (geniş anlamda cari açığı) üzerinde yaratacağı muhtemel etkiler ortaya konulmaya çalışılmıştır. Nükleer enerjiye karşı çıkanlar ve destekleyenlerin görüşlerini ortaya koymak, karşılaştırmak ve yorumlamak adına bu çalışmada nitel araştırma modelleri arasında yer alan betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmada yanıt aranan araştırma soruları ise şunlardır;

Araştırma Sorusu 1: Türkiye’nin enerji ithalatının dış ticaret dengesine etkisi nedir?

Araştırma Sorusu 2: Nükleer enerji santralinin Türkiye’ye sağlayacağı muhtemel avantaj ve dezavantajları nelerdir?

#### 3.2. Araştırmanın Evren ve Örnekleme

Türkiye’nin enerji ithalatının toplam mal ithalatı ve dış ticaret dengesi içerisindeki payının gösterilmesi ve yorumu adına evreni temsilen 2013-2022 dönemini kapsayan 10 yıllık bir veri seti seçilmiştir. Ayrıca çalışmada nükleer enerji konusunda yapılan önemli çalışmalar ve bazı kuruluşların raporları inceleme konusu edilmiştir. Bu çerçevede Türkiye’de enerji açığının dış ticaret dengesi üzerinde yarattığı etkiler; nükleer enerjinin avantaj ve dezavantajları; Mersin Akkuyu nükleer güç santralinin enerji bağımlılığı, yer seçimi ve maliyeti açısından sonuçları gibi konular üzerine yazılmış ilgili makale, bildiri ve raporlardan erişilebilenler incelenmiştir.

#### 3.3. Veri Toplama Aracı

Çalışmada doküman inceleme tekniğiyle ikincil verilerden yararlanılmıştır. Doküman inceleme tekniği, araştırma konusuyla ilgili yazılı belgelerin incelenmesiyle verilerin sağlanmasında kullanılan bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 188; Karataş, 2015: 72). İkincil veri kaynakları olarak dokümanlar, araştırmacıdan bağımsız olarak ve başka amaçlar ile üretilmiş olabilir. Örneğin; resmi ya da özel kuruluşların raporları, kayıtları, dergiler, broşürler, istatistiksel veriler gibi (Kümbetoğlu, 2019: 145). Bu çalışmada Türkiye’nin 2013-2022 dönemine ait dış ticaret ve enerji ithalatı verileri TCMB veri tabanından elde edilmiştir. Türkiye’nin bazı enerji verileri için ise EÜAŞ’ın sektör raporu ile TAEK/TENMAK gibi kurumların raporlarından yararlanılmıştır. Ayrıca nükleer enerjinin avantaj ve dezavantajları konusunda yazılmış bazı makale ve bildiri gibi dokümanlardaki yazarların konuyla ilgili görüşleri dikkate alınmıştır.

#### 3.4. Verilerin Analizi

Çalışmada betimsel bir yaklaşımla veriler sunulmuştur. Betimsel analiz yaklaşımında görüşme, gözlem ve doküman analizi gibi veri toplama teknikleri sonucu elde edilen verilerin düzenlenmiş ve yorumlanmış bir şekilde okuyucuya sunulması amaçlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2008: 224; Karataş; 2015: 73).

### 4. Bulgular

**Araştırma Sorusu 1:** Türkiye’nin enerji ithalatının dış ticaret dengesine etkisi nedir?

Cari işlemler hesabı mal ve hizmetler dengesi, birincil gelir dengesi ve ikincil gelir dengesi olmak üzere üç ana alt kalemden oluşur. Bu alt kalemlere kaydedilen döviz giderlerinin döviz gelirlerini aşması durumunda cari işlemler dengesi açık verir. Türkiye’de cari açığın, büyük oranda mal dengesi hesabında yaşanan açıklardan kaynaklandığı görülmektedir. Mal dengesinde oluşan açığa genellikle dış ticaret açığı denilmektedir. Türkiye’de dış ticaret açığının en temel sebepleri arasında enerji ithalatı gösterilebilir.

Tablo 4.1’de Türkiye’nin son on yılına (2013-2022) ait enerji ithalatının toplam mal ithalatı ve dış ticaret dengesi içerisindeki paylarına yer verilmiştir. Tablo incelendiğinde, ülkenin dönem boyunca dış ticaret açığı verdiği ve enerji ithalatının yüksek değişimler gösterdiği görülmektedir. 2013 yılında yaklaşık 58 Milyar \$ olan enerji ithalatı, toplam mal ithalatının % 23’ünü, dış ticaret açığının ise yaklaşık % 70’ini oluşturmaktadır. Enerji

ithalatı, 2022 yılında yaklaşık 96 Milyar dolar ile ilgili dönemin en yüksek değerine ulaşmıştır. Bu değer toplam mal ithalatının yaklaşık % 28'ini dış ticaret açığının ise % 108'ini oluşturmaktadır. 2022 yılının yanı sıra 2018, 2019 ve 2021 yılı verileri incelendiğinde de enerji ithalatının dış ticaret açığından daha fazla gerçekleştiği ve bunun sonucunda ilgili yıllarda enerji hariç tutulduğunda dış ticaret dengesinin fazla verdiği görülmektedir. Dolayısıyla Türkiye ekonomisinde enerjide dışa bağımlılığın düşürülmesi, dış ticaret açığı probleminin çözümü adına oldukça önemli görülmektedir.

**Tablo 4.1:** Enerji İthalatı ve Dış Ticaret Dengesi

Yıl	Enerji İthalatı (Milyon \$)	Toplam Mal İthalatı (Milyon \$)	Enerji İthalatı/ Toplam Mal İthalatı (%)	Dış Ticaret Dengesi (Milyon \$)	Enerji İthalatı/ Dış Ticaret Dengesi(%)
2013	57.752,58	249.282,00	23,16756926	-81.885,00	-70,52888807
2014	56.175,53	239.865,00	23,41964438	-66.572,00	-84,38311903
2015	38.651,53	203.874,00	18,95853812	-49.009,00	-78,86618784
2016	27.464,75	192.568,00	14,26236446	-39.923,00	-68,79430404
2017	37.654,88	227.789,00	16,5305963	-58.575,00	-64,2848997
2018	43.613,21	219.635,00	19,85713115	-40.726,00	-107,0893532
2019	41.731,14	198.981,00	20,9724245	-16.781,00	-248,6808891
2020	28.924,99	206.252,00	14,02410158	-37.874,00	-76,37162697
2021	50.691,92	253.999,00	19,95752739	-29.313,00	-172,9332378
2022	96.548,82	342.899,00	28,15663504	-89.521,00	-107,8504708

**Kaynak:** Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası (TCMB), Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)

1990-2016 dönemini kapsayan 26 yıllık dönemde Türkiye’de toplam enerji üretiminin toplam enerji arzını karşılama oranı % 48 den % 26’ya düşmüştür. Dolayısıyla ilgili dönemde Türkiye’nin toplam enerji arzında dışa bağımlılığı %22 artışla % 52’ den % 74 düzeyine çıkmıştır. Bu dönemde Türkiye’de üretime gereken önemin verilmediğini ve böylece enerji üretimi artışının gerilediği görülmektedir. Bunun temel nedeni plansızlık ve uygulanan yanlış enerji politikalarıdır. Bunun sonucunda Türkiye’nin dışa bağımlılığı ve cari açığı artış göstermiştir. Bu kapsamda ülkenin yerli kaynaklarıyla enerji üretimini artırması oldukça önemlidir. Enerji arzını karşılama oranının yükseltilmesiyle ülkenin enerji güvenliği ve güvenilirliği artacaktır (Koçak, 2018: 26). Fosil yakıtlar bakımından linyit hariç, zengin rezervlere sahip olmayan Türkiye, birincil enerji kaynaklarında tüketiminin dörtte üçünü ithal etmektedir (Sönmez, 2018: 46). 2019 yılında enerji arzında dışa bağımlılık % 80.1 düzeyine kadar çıkmıştır. Bu oran 2020 yılında % 77,7 düzeyine gerilese de 2021 yılında tekrar artış eğilimine girerek % 78 düzeyinde gerçekleşmiştir. Enerji ithalatının önemli bir kısmını sırasıyla doğalgaz, taş kömürü ve petrol oluşturmaktadır. Türkiye’de 2021 yılında enerji arzının doğal gazda % 98,4’ü, taş kömüründe % 97,7’si ve ham petrolde % 91’i ithalat ile karşılanmıştır (EÜAŞ, 2021,2022: 16).

Türkiye elektrik enerjisi açısından ise % 50 oranında dışa bağımlı bir ülkedir (Damar, 2018: 132). 2022 yılı itibariyle, toplam elektrik üretiminin %35’i kömürden, %21,9’u doğalgazdan, %20,5’i hidrolik kaynaklardan, %10,7’si rüzgardan, %4,6’sı güneşten, %3,4’ü jeotermalinden, %2,7’si biyoyakıtlardan ve atık ısıdan ve %1,1’i sıvı yakıtlardan karşılanmıştır. Türkiye’de nükleer santrallerin kurularak işletmeye alınması ile birlikte ülkenin elektrik enerjisi üretiminin en az % 10’unun bu santrallerden karşılanması hedeflenmektedir (EÜAŞ, 2022: 16-19).

Özetle dünya, artan enerji ihtiyacını karşılamanın yollarını ararken Türkiye de artan nüfusu ve büyüyen ekonomisi için ihtiyaç duyduğu enerjiyi en hızlı şekilde karşılamanın çabası içerisinde. Türkiye’de, birincil enerji kaynaklarından üretilen enerji, artan enerji gereksinimini tam olarak karşılayamamaktadır. Türkiye’nin özellikle petrol ve doğalgaz gibi fosil yakıt ağırlıklı bir enerji kullanıcısı olduğu göz önüne alındığında enerji ithalinin Türkiye’nin dış ticaret açığı üzerindeki etkisi oldukça ağırdır. Yukarıda yapılan incelemeler sonucunda Türkiye’nin dış ticaret verilerinden enerji ithalatının toplam ithalat içerisinde önemli bir paya sahip olduğu, hatta bazı yıllarda enerji ithalatı hariç tutulduğunda ülkenin dış ticaret dengesinin fazla verdiği görülmüştür. Ayrıca Türkiye’de toplam enerji üretiminin toplam enerji arzını karşılama oranı 2021 yılı itibariyle sadece % 22’dir. Başka bir ifadeyle, petrol, doğalgaz ve taş kömürünün önemli bir kısmını ithal eden Türkiye’nin toplam enerji arzında dışa bağımlılığı % 78 düzeylerinde seyretmektedir.

**Araştırma Sorusu 2:** Nükleer enerji santralinin Türkiye'ye sağlayacağı muhtemel avantaj ve dezavantajları nelerdir?

Nükleer enerji, tüm dünyada olduğu gibi Türkiye'de de taraf olanları ve karşı çıkanları ile tartışılan bir konudur. Genellikle çevreciler tarafından, nükleer santrallere karşı çıkılırken, bazı bilim adamları ve hükümet tarafından, bu santrallerin çevreye ve ekonomiye ilişkin olumlu etkileri ortaya konulmaya çalışılmaktadır. Bu alanda yapılan bazı çalışmalarda genel olarak yaşanmış olan birtakım nükleer santral kazalarına ve bunların doğurduğu sonuçlara değinilmiştir. Özellikle en büyük kazalardan biri olan Çernobil nükleer kazasının halkın üzerinde bıraktığı etkiler üzerinde durulmuş ve böylece nükleer santrallerin ne kadar büyük bir risk unsuru taşıdığı gözler önüne serilmeye çalışılmıştır. Kısaca nükleer enerjinin çevreye ne gibi etkileri olduğu, ülkelerin enerji talebini ne ölçüde karşıladığı ve bu enerjiyi kullanan ülkelerin elde ettiği kazançlar ve kayıplar üzerine çalışmalar yapılmıştır.

Nükleer enerji santrallerinin, enerji arzında yarattığı çeşitlikle enerji arz güvenliğine olan katkısı, fosil yakıtlara göre sera gazı salmaması ve böylece küresel ısınmaya herhangi bir etkisinin olmaması, büyük bir elektrik enerjisi üreticisi olması ve yakıt maliyetlerinin nispeten düşük olması gibi avantajları nükleer enerjiyi destekleyenler tarafından öne çıkarılmıştır. Genel olarak bu konuda yapılan çalışmalarda Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltabilmesi ve uzun vadede istikrarlı enerji kaynaklarına sahip olabilmesi adına nükleer enerjiye ihtiyacı olduğu ve nükleer enerji konusunda halkın bilinçlendirilmesi ve yanlış yargıların giderilmesi gerektiği savunulmuştur. Dolayısıyla yapılan çalışmaların bir kısmında Türkiye'nin gecikmeden nükleer santraller vasıtasıyla elektrik enerjisi üretmesi gerektiği vurgulanmıştır. (Şahin, 1989; Temurçin ve Aliğaoğlu, 2003; Karagöz, 2007; Çetiner ve Sunal, 2008; Çalışkan, 2009; Köksal ve Civan, 2010; İşeri ve Özen, 2012; Uzun, 2016; Özalp, 2017).

Nükleer santrallerde yakıt olarak kullanılacak hammadde diğer bir tartışma konusudur. Nükleer santrallerde hammadde olarak uranyum kullanılmaktadır. Ancak Türkiye'de yeterli ve ekonomik uranyum rezervi bulunamamıştır. Buna karşılık toryum maddesi nükleer enerji üretimi konusunda uranyuma alternatif oluşturmaktadır. Toryum madeniyle çalışan bir reaktörün geliştirilmesi halinde zengin toryum rezervlerine sahip olan Türkiye, nükleer santraller için gerekli yakıtı yurt içinden karşılayabilecektir. Bu kapsamda Türkiye'de uranyum ve toryum rezervleri tam olarak belirlenmelidir. Türkiye'nin enerji konusunda kendine yetebilmesi için bu kaynaklarını muhakkak değerlendirmesi gerektiği ileri sürülmektedir. (Şahin, 1989; Yüksel ve Kanlı, 1997).

Diğer taraftan nükleer enerjinin riskli olduğunu savunanlar da vardır. Hatta yapılan hiçbir çalışmada bunun aksi iddia edilmemiştir. Çünkü her endüstriyel tesiste olduğu gibi nükleer santraller de risk unsuru taşımaktadır. Bu risklerden biri ekonomik bir risk olarak görülen ilk yatırım maliyetleridir. İlk yatırım maliyetlerinin, diğer tüm santral maliyetlerine oranlandığında oldukça yüksek olduğu hususu yapılan çalışmalarda kabul görmüştür. Bu durum ise Türkiye gibi ekonomik anlamda kaynakları sınırlı olan ülkeler için çok büyük bir ekonomik risk oluşturmaktadır. Bir diğer risk ise nükleer atık meselesidir ve bu meseleye henüz kalıcı bir çözüm üretilmemiştir. Ayrıca işletme sürecinde ortaya çıkan ciddi sorunlar insan ve çevre açısından birçok risk barındırmaktadır. Çernobil'de, Three Mile Island'da ve en son Fukuşima'da yaşanan nükleer kazalar bunun en acı örnekleridir. Kısacası yapılan çalışmalarda genel itibariyle kurulum maliyetlerinin yüksekliği, işletme güvenliği olmaması, kaza riski, nihai atık meselesinin çözüme ulaşmaması ve yaratmakta olduğu risk, atık maliyeti ve bunun gibi meseleler nükleer enerji için öngörülen riskler arasındadır. Dolayısıyla bazı çalışmalarda bu sebepler öne sürülerek nükleer enerjiye karşı çıkmaktadır (Kim vd., 2013; Visschers ve Wallquist, 2013).

Türkiye'de nükleer enerjiye karşı çıkanların öne sürdükleri nedenler ise dünya genelindeki birçok ülke ile aynı olmasına karşılık Türkiye'nin Rusya ile yaptığı Akkuyu nükleer santral anlaşması, farklı tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Bu kapsamda nükleer teknoloji ve yakıtının ithal edilecek olması, santral yapım ve işletim hakkının Türkiye'nin hali hazırda enerjide büyük oranda bağımlı olduğu Rusya'ya verilmiş olması ve bu durumun enerji arz güvenliğini tehlikeye sokması, birim elektriğin pahalıya mal olacağı, yanlış yer seçimi, kurulan nükleer güç ünitesi tipinin ilk defa Türkiye'de deniyor olması ve bu teknolojinin Avrupa Birliği standartlarına uymuyor olması gibi konular eleştirilerin odağında yer almaktadır (Yeşil, 2000; Aykul, 2011; Öztürk, 2011; Şahin, 2012; Damar, 2018; Yakış ve Türkyılmaz, 2018).

## 5. Sonuç ve Tartışma

Gelişmekte olan Türkiye’de, sürdürülebilir bir büyüme ve kalkınma için öncelikli olarak enerji ihtiyacı probleminin çözüme kavuşturulması gerekmektedir. Üretimin, dolayısıyla büyümenin ve uluslararası alanda elde edilecek rekabet gücünün artırılabilmesinde önemli bir girdi kalemi olan enerjinin ucuz tedarik edilmesi büyük önem arz etmektedir. Nüfus artışı ve ülkenin hızlı büyüme arzusu özellikle doğalgaz ve petrole olan talebin yükselmesine, bu ise Türkiye’nin enerjide dışa bağımlılığının artmasına neden olmaktadır. Enerjide artan dışa bağımlılık, ülkenin kronik bir yapıya dönüşen dış ticaret açığı üzerinde baskılar oluşturmaktadır.

Türkiye’de enerji açığının kapatılması ve böylece dış ticaret açığının büyük oranda düşürülmesi adına enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve yatırımların artırılması gerekmektedir. Dışa bağımlı bir enerji politikası sürdürülebilir bir politika değildir. Dünya petrol, doğal gaz ve kömür rezervlerinin yeterli olmayışı ve dışa bağımlı bir enerji politikasının ülkenin sürdürülebilir kalkınması için sakıncalar doğurması Türkiye’yi alternatif enerji kaynaklarına yöneltmiştir. Bu kapsamda elektrik enerjisinin karşılanması açısından nükleer enerji bir seçenek olarak değerlendirilmeye alınmıştır.

Türkiye’nin kısıtlı ve ithalata dayalı enerji kaynakları nedeniyle nükleer enerjiye geçiş geçmemesi gerektiği üzerindeki tartışmalar, geçmişte olduğu gibi günümüzde de devam etmektedir. Ancak bugünkü tartışmaların asıl odak noktası, nükleer santral yapım kararını çoktan alan ve faaliyete sokmaya hazırlanan Türkiye’nin Akkuyu nükleer santral yapım işini enerjide hali hazırda bağımlı olduğu Rusya’ya vermiş olmasıdır. Bu durum nükleer enerji tartışmasını başka bir boyuta taşımıştır.

Nükleer enerji seçeneğini değerlendiren Türkiye, yeterli uranyum rezervine ve nükleer enerji teknolojisine sahip değildir. Nükleer santrallerin ilk kurulum maliyetlerinin çok yüksek olduğu göz önüne alındığında Türkiye için bu teknolojinin ithali oldukça pahalıya mal olacaktır. Uranyum cevheri her ne kadar fosil kaynaklar ile karşılaştırıldığında daha ucuz bir kaynak olarak kabul edilse de uranyum ithalatı nedeniyle Türkiye’nin enerji hammaddesi açısından dışa bağımlılığı devam edecektir. Bunun yanı sıra Rus şirketinin elde edeceği gelirleri yurtdışına transfer etmesi halinde Türkiye’nin cari işlemler dengesi bundan olumsuz etkilenecektir.<sup>3</sup> Ayrıca nükleer santrallerden kaynaklı ortaya çıkan ve henüz kalıcı bir çözüm bulunamayan atık sorunu ve doğabilecek potansiyel kaza riskinin insan ve çevre üzerinde yaratacağı tehlikeler göz önüne alındığında nükleer enerjinin sadece işletme sırasında sera gazı salımı yapmaması öne sürülerek çevre ile uyumlu bir enerji kaynağı olarak nitelendirilmesi doğru olmayacaktır. Buna karşılık Türkiye’nin enerji açığının karşılanması açısından enerji politikasında köklü kararlar alması gerekmektedir. Bu kapsamda rüzgar ve güneş başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarına gereken tüm yatırımların yapılması ve sübvanses edilmesi büyük önem arz etmektedir. Nükleer enerji politikası konusunda ise her ne kadar geç kalınmış olduğu düşünülse de bu konudaki birtakım belirsizlikler giderilmeden atılan adımlar tartışmaların devam etmesine neden olacaktır. Nitekim günümüzde nükleer atık problemine henüz köklü bir çözüm üretilmemiştir. Türkiye’de yapımı devam eden Akkuyu nükleer santralının yapım ihalesi enerji konusunda bağımlılığın yüksek olduğu Rusya’ya verilmiştir. Günümüzde Türkiye’de bol miktarda rezervi olan toryum madeniyle çalışan nükleer santrallere henüz geçilmemiş ve dolayısıyla hammadde olarak ithal edilecek olan uranyum madeni kullanılacaktır. Ayrıca santrallerin yapılacağı yer her ne kadar en uygun yer olarak gösterilse de yer seçimi konusunda yapılan eleştirilere de makul yanıtlar verilememiştir. Tüm bunlar değerlendirildiğinde imzalanan Akkuyu nükleer santral yapım anlaşması konusunda bir değişikliğe gidilmeden nükleer enerji hayalinin gerçekleştirilmesi halinde Türkiye’de nükleer enerji, tartışmaların odak noktası olmaya devam edecektir.

Sonuç olarak artan enerji ihtiyacının karşılanması ve enerji çeşitliliğinin sağlanması açısından Türkiye’nin fosil yakıtlardan ziyade nükleer enerjiye yönelmesi doğru bir karar olarak değerlendirilebilir. Ancak Akkuyu’da yapılacak nükleer güç santrali için Rusya ile yapılan anlaşma ve içeriği enerji bağımlılığı ve enerji arz güvenliği açısından oldukça düşündürücüdür. Türkiye’nin yapılan nükleer anlaşmalar çerçevesinde gerek nükleer teknoloji gerekse nükleer yakıt tedariki konusunda dışa bağımlı olmaya devam edeceği görülmektedir. Bir NATO ülkesi olan Türkiye’nin Rusya ile veya Rusya’nın destekleyeceği bir ülke ile yaşayacağı olası bir ekonomik ve/veya siyasi anlaşmazlık doğal gaz tedarikine ek olarak nükleer enerji üretimini de tehlikeye sokabilecektir. Enerjide dışa bağımlılığın çözümü, özellikle gelişmiş ülkelerin yoğun bir şekilde yatırım

<sup>3</sup> Yurtdışına yapılan bu tür kar transferleri cari işlemler dengesinin birincil gelir hesabına gider kaydedilir.

yaptığı yenilenebilir enerji kaynaklarında aranmalıdır. Daha önce de ifade edildiği üzere 2050 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarının elektrik üretimindeki kullanım payının yükselerek % 59,7'ye ulaşacağı, dolayısıyla bugün elektrik üretiminde başı çeken kömür ve doğal gazın yerini gelecekte sırasıyla güneş ve rüzgarın alacağı tahmin edilmektedir. Bu kapsamda Türkiye'de ülke kaynaklarının yenilenebilir enerji teknolojilerine daha fazla aktarılması ile uzun vadede enerjide dışa bağımlılığın düşürülmesi mümkün görülmektedir.

### KAYNAKÇA

- Altın, V. (2022). Türkiye ve Nükleer Enerji Gerçeği" Elektrik Mühendisliği Odası Dergisi, [http://www.emo.org.tr/ekler/0519c3dd22587d6\\_ek.pdf?dergi=6](http://www.emo.org.tr/ekler/0519c3dd22587d6_ek.pdf?dergi=6) (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- Aycul, Ö. (2011) "Mersin-Akkuyu Nükleer Güç Santrali Anlaşmasının Hukuksal Açıdan Değerlendirilmesi" <http://www.aykultopcu.com/habervemakele-186-mersin-akkuyu-nukleer-guc-santrali-anlasmasinin-hukuksal-acidan-degerlendirilmesi> (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- Can, Ş. (1997). Nükleer Yakıt Çevrimler, *Ulusal Nükleer Yakıt Teknolojisi Sempozyumu, 3-5 Eylül, ÇNAEM, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 1, 1-22.*
- Çalışkan, Ş. (2009). Türkiye'nin Enerjide Dışa Bağımlılık ve Enerji Arz Güvenliği Sorunu, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (25), 297-310.*
- Çetiner, A. ve Sunal, S. (2008). Dünyada Nükleer Enerji Kullanımı ve Yeni Yaklaşımlar, *21. Yüzyıl Dergisi, 193-204.*
- Damar, N. B. (2018). Türkiye'de Yapılması Planlanan Nükleer Santrallere Neden İtiraz Ediyoruz, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Oda Raporu, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 299-308.
- Damar, N. B. (2018). Türkiye'de İzlenen Elektrik Enerjisi Politikalarının Değerlendirilmesi, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Oda Raporu, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 111-135.
- EMO, (2010). Nükleerden Üretilen Pahalı Elektriğe Garanti, Elektrik Mühendisliği, (439), 77-78, [http://www.emo.org.tr/ekler/e79f1a269e1556e\\_ek.pdf?dergi=610](http://www.emo.org.tr/ekler/e79f1a269e1556e_ek.pdf?dergi=610) (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- ETKB, Bilgi Merkezi, Nükleer Enerji, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji> (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- ETKB, Bilgi Merkezi, Uranyum ve Toryum, <http://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Uranyum-ve-Toryum> (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- Eral, M. (2015). Nükleer Güç Santralleri ve Ülkemiz, [https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/1423037b0f99b51\\_ek.pdf](https://www.kmo.org.tr/resimler/ekler/1423037b0f99b51_ek.pdf) (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- Ertürk, F. (2009), Nükleer Enerji ve Çevre, TASAM (Türk Asya Stratejik Araştırmalar Merkezi), [https://tasam.org/Files/Icerik/File/nukleer\\_enerji\\_ve\\_cevre\\_67602d5c-ba97-4eb3-ac9b-44e6da8e44a3.pdf](https://tasam.org/Files/Icerik/File/nukleer_enerji_ve_cevre_67602d5c-ba97-4eb3-ac9b-44e6da8e44a3.pdf) (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- EÜAŞ, (2021), Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu, "file:///C:/Users/Lenovo/Downloads/EUAS%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202021.pdf" (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- EÜAŞ, (2022), Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu, file:///C:/Users/HP/Downloads/E%C3%9CA%C5%9E%202022%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%20(1).pdf (Erişim Tarihi: 02.03.2023).
- IAEA, Power Reactor Information System (PRIS), <https://pris.iaea.org/pris/> (Erişim Tarihi: 12.05.2022).
- İmer, S. ve Dalbudak, A. (2012). Türkiye'de Nükleer Güç Santrali Kurulması ve Dış Politikaya Olası Etkileri, *Akademik Bakış, 5(10), 147-172.*
- İnanç, U. (1978). Türkiye'nin Enerji Sorunu ve Nükleer Enerji, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 2(3), 5-10.*
- İşeri, E. ve Özen, C. (2012). Türkiye'de Sürdürülebilir Enerji Politikaları Kapsamında Nükleer Enerjinin Konumu, *İ.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, (47), 161-180.*



- Joskow, P. L. ve Parsons, J. E. (2012). The future of nuclear power after Fukushima, *Economics of Energy & Environmental Policy*, 1(2), 99-113.
- Joskow, P. L., Parsons, J. E., (2009) "The economic future of nuclear power." *Daedalus* 138(4): 45-59.
- Kaplan, H. (1978). Nükleer Enerji Hammaddelerinin Aranması ve Arama Yöntemleri, *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 2(3), 11-26.
- Karagöz, C. (2007) "Kimya Öğretmen Adaylarının Nükleer Enerjiye Karşı İlgi ve Tutumları" T.C. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Karataş, Z. (2015). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, *Manevi Temelli Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 62-80.
- Kaya, F. ve Göral, E. (2016). Türkiye'nin Nükleer Enerji Politikası, *Akademik Bakış Dergisi*, (57), 421-438.
- Kaya, İ. S. (2012). Nükleer Enerji Dünyasında Çevre ve İnsan, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(24), 71-89.
- Kim, Y., vd. (2013). Effect of the Fukushima nuclear disaster on global public acceptance of nuclear energy, *Energy Policy*, (61), 822-828.
- Koçak, Ç. (2018). Enerji Sektöründe Talep Tahminleri ve Türkiye Genel Enerji Değerlerinin İrdelenmesi, *Türkiye'nin Enerji Görünümü, Oda Raporu, TMMOB Makina Mühendisleri Odası*, 11-30.
- Kopuz, B. ve Nezih Bilge, A. (1997). Eskişehir Beylikahır Toryum Cevherinde Klorlama Yöntemiyle Toryum ve Nadir Toprak Elementlerinin Birbirinden Ayrılması, *Ulusal Nükleer Yakıt Teknolojisi Sempozyumu, 3-5 Eylül, ÇNAEM, İstanbul, Bildiriler Kitabı*, 1, 86-97.
- Köksal, B. ve Civan, A. (2010). Nükleer Enerji Sahibi Olma Kararını Etkileyen Faktörler ve Türkiye için Tahminler, *Uluslararası İlişkiler*, 6(24), 117-140.
- Kümbetoğlu, B. (2019). Sosyolojide ve Antropolojide Niteliksel Yöntem ve Araştırma, İstanbul, Bağlam Yayıncılık.
- Murray, R. L. (2008). *Nuclear Energy*, Butterworth-Heinemann.
- Özalp, M. (2017). Türkiye'de Nükleer Enerji Kurulumunun Enerjide Dışa Bağımlılık ve Arz Güvenliğine Etkisi, *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18(2), 175-188.
- Özemre, A. Y., vd. (2000). *50 Soruda Türkiye'nin Nükleer Enerji Sorunu*, İstanbul, Kaknüs Yayınları.
- Öztürk, A. R. (2011). TMMOB Jeofizik Mühendisleri Odası 19. Uluslararası Jeofizik Kongresi, Nükleer Enerji Paneli, 23-26 Kasım.
- Soykenar, M. ve Coşkun, S. (2015). Toplum ve Sağlık Etkileri Yönüyle Nükleer Enerjiye Genel Bir Bakış, *TAF Prev Med Bull*, 14(1), 65-70.
- Sönmez, M. (2018). 2018'e Girerken Türkiye'de Kırılgan Ekonomi ve Enerji, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Oda Raporu, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 33-46.
- Şahin, A. (1989). Enerji Üretiminde Nükleer Enerji Alternatifi, *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 47(1-4), 291-305.
- Şahin Ü. (2012). Nükleer Enerjinin Sonu mu? Fukuşima'dan Sonra Alternatif Enerji Politikalarına Uluslararası Bir Bakış- Ülke Perspektifi:Türkiye, Friedrich-Ebert-Stiftung Derneği Türkiye Temsilciliği, 117-123.
- Tabak, J. (2009). *Nuclear Energy*, ABD, Facts On File.
- TAEK, (2011), *Günümüzde Nükleer Enerji (Rapor)*.
- Temurçin, K. ve Aliağaoğlu, A. (2003). Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye'de Nükleer Enerji Gerçeği, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(2), 25-39.
- TCMB, EVDS, <https://evds2.tcmb.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 15.04.2022).

- 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, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/10/20101006-6.htm> (Erişim Tarihi: 15.04.2022).
- Ucael, O. (2015). Nükleer Enerji ve Sinop Raporu, T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı, Kastamonu.
- Uzun, A. D. (2016). Nükleer Enerji Optimizasyonu: Türkiye İçin İthal İkameci Enerji Politikasının Geliştirilmesi, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Üçpırtı, H., vd. (1997). Nükleer Atıklar, Meydana Getirdiği Çevre Sorunları ve Bertaraf Edilmesinde Amerika Örneği. *SAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, (2), 145-150.
- Visschers, V.H.M. ve Wallquist, L. (2013). Nuclear power before and after Fukushima: The relations between acceptance, ambivalence and knowledge, *Journal of Environmental Psychology*, (36), 77-86.
- Yakış, N. Ç. ve Türkyılmaz, O. (2018). Akkuyu Nükleer Santralinin Çevresel Etki Raporu ve İzninin İptali İçin Başvurulan Yargısal Yollar, Türkiye'nin Enerji Görünümü, Oda Raporu, TMMOB Makina Mühendisleri Odası, 281-296.
- Yeşil, H. (2000). Nükleer Santraller Alternatif Enerji Politikaları ve Çevre, İstanbul, Birleşik Metal-İş Yayınları.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri, Ankara, Seçkin Yayıncılık.
- Yüksel, F.A. ve Kanlı, A.İ. (1997). Jeofizik Yöntemlerle Uranyum ve Toryum Aramaları, *Ulusal Nükleer Yakıt Teknolojisi Sempozyumu*, 3-5 Eylül, ÇNAEM, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 1, 49-58.
- Wittneben, B. B. (2012). The Impact of the Fukushima Nuclear Accident on European Energy Policy, *Environmental Science & Policy*, 15(1), 1-3.