



**2015 PARIS İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KONFERANSI
ÇERÇEVESİNDE NÜKLEER ENERJİ: BİR ÇÖZÜM MÜ,
YOKSA BİR SORUN MU?**

**NUCLEAR ENERGY IN THE CONTEXT OF THE 2015
PARIS CLIMATE CHANGE CONFERENCE: A
SOLUTION OR PROBLEM?**

F. Orçun KEÇECİ*

ÖZ

İklim değişikliği sadece gelişmekte olan ülkeler için değil aynı zamanda gelişmiş sanayi toplumları için de küresel bir sorundur. Karbondioksit (CO₂) yayarak daha fazla fosil yakıt tüketmek iklim değişikliğine yol açar ve bu sorun insan faaliyetlerinden kaynaklanır. İklim değişikliğinin bir sonucu olarak küresel ısınma tüm insanlığı ve ekolojik dengeyi tehdit etmektedir. Devletler arasındaki farklılık ve sorunlara rağmen; dünya ülkeleri son zamanlarda iklim değişikliğiyle uluslararası arenada mücadele etmektedir. Özellikle iklim değişikliğine yönelik riskleri azaltmak amacıyla Kasım 2015'te gerçekleştirilen Paris İklim Değişikliği Konferansı'ndaki en önemli meselelerden birisi nükleer enerjidir. Bu bağlamda, bu makale nükleer enerjinin iklim değişikliğine katkı sağlayıp sağlamayacağını incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: İklim Değişikliği, 2015 Paris İklim Değişikliği Konferansı, Nükleer Enerji, Düşük-Karbon Salınımı, Yenilenebilir Enerji.

* Doktora Öğrencisi, Kadir Has Üniversitesi Uluslararası İlişkiler,
fikretorcun.kececi@stu.khas.edu.tr

* Makale Geliş Tarihi: 28.02.2017
Makale Kabul Tarihi: 05.04.2017

ABSTRACT

Climate change is a global issue for not only developing countries but also advanced industrial societies. Consuming more fossil fuels by emitting carbon dioxide (CO₂) results in climate change and this problem stems from human activities. Global warming caused by climate change threatens ecological balance and the whole humanity. Despite having divergences and problems among states, world countries have been trying to tackle climate change in the international arena in the recent years. One of the most crucial issues to mitigate climate change risks at the Paris Climate Conference on November 2015 is particularly on nuclear energy. In this context, this paper aims to analyse whether nuclear energy will contribute to climate change or not.

Keywords: Climate Change, Paris Climate Change Conference, Nuclear Energy, Low-Carbon Emission, Renewable Energy.

GİRİŞ

İngiltere’de başlayan Sanayi Devrimi tedricen kıta Avrupası’na yayılmış ve dünyadaki seri üretimi arttırmıştır. Daha fazla üretim, ekonomilerin gelişmesini teşvik etmek ve ülkelerinin 1800’lü yılların ortalarından sonra dünya hâkimiyeti arzularına yardımcı olmak için daha fazla enerji kaynağı demektir. Özellikle sanayi üretiminde kömürün öncelikli enerji kaynağı olarak kullanılması hidrokarbon yakıtların önemini arttırmıştır. Birinci Dünya Savaşı öncesinde petrol, İngiliz İmparatorluğu tarafından cephane üretiminde kullanılmışken; İkinci Dünya Savaşı sırasında da Nazi Almanyası’nın stratejik kaynaklara erişmesini kolaylaştırmıştır.

Tüm bu gelişmeler düşünüldüğünde, insan faaliyetleri ve aşırı fosil yakıt kullanımı sebebiyle artan karbondioksit (CO₂), sera gazı emisyonuna neden olmaktadır. Bu nedenle, CO₂ emisyonunun azaltılması ve sera gazı salınımının hafifletilmesi küresel bir gereksinimdir. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli, (Intergovernmental Panel on Climate Change- IPCC) ve Centre for Energy and Environmental Policy-CEEP verilerinin gösterdiği gibi, Sanayi Devrimi’nden bu yana karbondioksit emisyonu hızla artmaktadır (The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2014: 40). Bu emisyonlar çoğunlukla dünyadaki gelişmiş ülkelerinden kaynaklanmaktadır.

Küresel ısınma etkilerinin şiddetli hissedildiği günümüzde, ülkeler bu konuya bir çıkış yolu bulmak amacıyla son on yıldır hükümetler düzeyinde toplantılar düzenlemektedir. 2015 yılının Kasım ayında gerçekleştirilen Paris Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli'ne göre, taraflar yüzyılın sonuna kadar küresel sıcaklıktaki artışın 2°C'yle sınırlandırılması için birbirleriyle uzlaşma sağladı (United Nations, 2015). Katılımcı ülkelerin niyet beyanlarına rağmen, küresel sıcaklık miktarını önümüzdeki yüzyıla kadar 2°C'nin altına düşürmek zor bir hedeftir. Çünkü Çin ve Hindistan gibi gelişmekte olan ekonomiler düşünüldüğünde, karbon salınımının sınırlandırılması ve fosil yakıt kullanımının azaltılması imkânsız görünmektedir.

Fosil yakıtların mevcut tüketim değerleri incelendiğinde, hükümet bildirimlerinin bu sorunu çözüp çözmeyeceği konusunda ciddi soru işaretleri bulunmaktadır. Hidrokarbon kaynaklar hâlen bugün birincil enerji yakıtları olarak kullanılsa da yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ülkelerin enerji gereksinimlerini karşılama açısından çok sınırlıdır. Özellikle ülkeler için fosil yakıtların maddi değerleri gibi pek çok kısıtlayıcı sebepler hidrokarbon yakıt kullanımının bırakılması önündeki en büyük engeldir. Bu gelişmeler ışığında sayısız uzman, karbon emisyonunun nükleer enerji kullanılmadan azaltılmayacağını iddia etmektedir. Uzmanlar düşük karbon salınımı yaparak nükleer enerjinin konvansiyonel yakıtlardan daha temiz olup olmayacağını tartışmaktadır. Bir taraftan hızlı teknolojik gelişmeler güvenli reaktörlerin kurulmasını kolaylaştırmakta, diğer taraftan ise nükleer atık sorunları bu kaynağın kullanılmasıyla ilgili olarak hem eylemcilerin hem de uzmanların şüphelerine neden olmaktadır.

Bu makale üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde 2015 Paris İklim Değişikliği Konferansı'na katılan ülkelerin aldığı kararlar ve bunların önemi incelenmektedir. Nükleer enerji savunucuları ve argümanları; Amerika Birleşik Devletleri ve İngiltere örnekleri ikinci bölümde değerlendirilmektedir. Son olarak nükleer güç karşıtları ve onların savları tartışılmaktadır.

1. 2015 PARİS İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ KONFERANSI, ARKA PLANI ve ÖNEMİ

İklim değişikliğine yönelik çalışmalar 1970'lerin ortalarına kadar gitmekte olup ilk yapılan zirveler ve imzalanan sözleşmeler ozon tabakasının korunmasıyla ilgiliydi. Ozon tabakasının incelenmesine ilişkin ilk girişim 1976'da Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (United Nations Environment Programme, UNEP) Yönetim Konseyi'nde ortaya atıldı. Ozon tabakasını incelten maddelerin sınırlandırılmasıyla ilgili ilk hükümetler arası temaslar 1981 yılında tartışılmış ve bu girişimler Mart 1985'te "*Ozon Tabakasının Korunması için*

Viyana Sözleşmesi”nin kabul edilmesiyle sonuçlanmıştır (The Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization, 2016).

1988 yılında yürürlüğe giren Viyana Sözleşmesi’ne göre, ilk olarak, imzacı taraflar insan faaliyetlerinin ozon tabakası üzerindeki etkilerini ve ozon tabakasının incelenmesi nedeniyle ozon tabakasının insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkilerini tartışmak için bir taahhütte bulundular. İkinci olarak, ozon tabakası düzenli bir şekilde izlenecek ve nihayet, sözleşme insan faaliyetlerini kontrol altına almak için politikaları uyumlu hale getirmeyi ve uygun yasal/idari önlemleri düzenlemeyi amaçlamaktadır (United Nations Environment Programme (UNEP), 2015). Viyana Sözleşmesi yasal olarak bağlayıcı olmayan bir çerçeve sözleşme olmasına rağmen, ilk kez ozon tabakasının izlenmesi nedeniyle önemli bir sözleşmedir. Sözleşmenin kabul edilmesinden sonra taraflar, ozon tabakasını incelten maddelerin üretimini ve kullanımını nasıl kontrol edeceklerini araştırmaya başladılar. Bu araştırmalar neticesinde 1987 yılında “*Ozon Tabakasını İncelten Maddelere İlişkin Montreal Protokolü*” kabul edildi. Protokolün 2. maddesinin 9. paragrafına göre, ozon tabakasının inceleme potansiyelinin ayarlanması ve kontrollü maddelerin üretiminin azaltılması tarafların mutabakatı ile düzenlenmektedir (United Nations Environment Programme, 2000: 5). Bu değişiklikler, kimyasal maddelerin kontrolü ve bir mali mekanizmanın oluşturulması gibi yeni yükümlülükleri taraflara dayatmıştır. Bu hedefler doğrultusunda, 1990’larda birçok kez gerçekleşen yıllık toplantılar yapılmıştır (UNEP Ozone Secretariat, 2015).

Küresel bir girişim olarak “*Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*” (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) iklim değişikliği sorununu çözmek adına 1992 yılında kabul edilerek 1994’te yürürlüğe girmiştir. Birleşmiş Milletler üyeleri tarafından imzalanan bu sözleşme küresel ısınmaya yönelik çevresel duyarlılık üzerine imzalanan ilk hükümetler arası anlaşmadır. Anlaşmanın 2. maddesinde görüldüğü üzere, bu sözleşmenin temel amacı “...atmosferdeki sera gazı birikimlerini, iklim sistemi üzerindeki tehlikeli insan kaynaklı etkiyi önleyecek bir düzeyde durdurmayı başarmak...” tır (United Nations, 1992, 9). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, genel ilke ve düzenlemeleri belirlemesine rağmen; sera gazı salınımının sınırlandırılması adına maalesef bağlayıcı bir sözleşme olmamakla birlikte, tarafların iş birliğini nasıl derinleştireceğini de açıklamamaktadır. Ancak bu çerçeve sözleşme sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik ilk girişimdir. Bu nedenle, sözleşmenin yürürlüğe girdiği 1994 yılından beri Taraflar Konferansı (Conferences of the Parties, COP) iş birliğinin nasıl yürütüleceğini tartışmak için her yıl düzenlenmektedir.

Bu konferansların en önemlilerinden bir tanesi de 1997’de imzalanan “*Kyoto Protokolü*” dür. Protokol, Viyana ve BM Çerçeve Sözleşmesi’nin aksine, yasal olarak bağlayıcı bir yapıya sahiptir. Kyoto Protokolü 2005 yılında yürürlüğe girmiş olmasına karşın, Protokolün uygulanmasına ilişkin ayrıntılı kurallar 2001 yılında Fas’ta gerçekleşen “7. Taraflar Konferansı”nda kabul edilmiş ve bu kurallara “*Marakeş Uzlaşmaları*” adı verilmiştir. Günümüzde 192 ülke ve Avrupa Birliği (United Nations, 2016) protokole taraftır. Protokol, sanayileşmiş ülkelerin 1990 yılına kıyasla toplam sera gazı salınımlarını %5,2 oranında azaltmalarını taahhüt etmektedir. “*Ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk ilkesine*” göre, Protokol, gaz emisyonlarını azaltmak için sanayileşmiş ülkelere (Ek-I) daha ağır bir yük getirdiğinden dolayı ülkelerin ulusal hedefleri birinden farklılık göstermektedir. Örnek olarak, Avrupa Birliği %8 oranında emisyon azalımı yapacakken; bu oran Amerika Birleşik Devleti için %7, Japonya için %6, Rusya Federasyonu için %0, Avustralya için %8 ve İzlanda için %10’dur (Sorensen, 2009: 67). Protokolün 2. maddesi amaçları şöyle belirtmiştir: (a) ulusal ekonomilerin ilgili sektörlerindeki enerji verimliliğini güçlendirmek; (b) ilgili uluslararası çevre anlaşması kapsamındaki taahhütleri dikkate almak; (c) sürdürülebilir orman ve tarımsal uygulamaları teşvik etmek; (d) yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları geliştirmek; (e) piyasa kusurlarını ortadan kaldırmak; (f) uygun reformları teşvik etmek; (g) metan gazı emisyonunu sınırlamak; (h) diğer taraflarla enerji etkinliği için bireysel ve ortak politikalar sağlamak için işbirliği yapmak (United Nations, 1998: 1-2).

2009 yılında gerçekleştirilen ve “*Kopenhag Zirvesi*” olarak da bilinen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı, Kyoto Protokolü’nün 5. Taraflar Toplantısı’dır. Zayıf bir siyasi anlaşma olmasına rağmen; Konferansın en önemli özelliği ise iklim değişikliği ile bağlantılı ana sorunlardan biri olan küresel sıcaklık artışının 2°C’nin altında tutulmasını hedeflemesidir. Anlaşma, bağlayıcı olmayıp taraflara karbon emisyonlarını azaltılması konusunda da yasal bir taahhütte bulunmamaktadır. Taraflar, ülkelerin karbondioksit salınımlarının azaltılmasıyla ilgili olarak bir karar almamıştır. Anlaşmada karbon piyasası hakkında hiçbir bilgi de bulunmamaktadır (Bows ve Anderson, 2011). Bu Zirve, 2015 Paris Anlaşması’nın temelini oluşturmakla beraber iklim değişikliğiyle mücadele için ana çerçeveyi de çizmektedir. Bu nedenle, sıcaklık artışının 2°C’nin altında tutulması için bir kısıtlama getirmektedir. Buna göre, 2050 yılına kadar karbondioksit ve sera gazı salınımlarını %80 oranında azaltmayı ve sıcaklık artışını 1,5°C’de tutmayı hedeflemektedir. Diğer bir yandan, anlaşmanın en büyük engeli yasal olarak uygulanabilir olmamasıdır.

1997 Kyoto Protokolü’nden beri uluslararası toplum kapsamlı bir anlaşma için bir araya gelmeye çalışmaktadır. Devletler, küresel ısınmaya sebep olan sera gazı salınımını azaltmak için inisiyatif almış olmalarına rağmen; sanayileşmiş ve

gelişmekte olan ülkeler arasında bu inisiyatifleri uygulamada büyük farklılıklar bulunmaktadır. Bunun nedeni, ülkelerin artan sera etkisini görmezden gelmeleridir. Bir taraftan gelişmiş ülkeler tarihsel sorumluluğa sahipken; diğer taraftan gelişmekte olan ülkeler kendi kalkınmalarını tamamlayabilmek için daha fazla hidrokarbon yakıt kullandıklarından dolayı daha fazla karbondioksit salınımı yapmaktadır. Bu ikilem, devletler arasında bir anlaşmazlığa neden olmaktadır. Ancak, bu farklılıklar arasında dünyanın en büyük iki kirletici ülkesi olan Amerika Birleşik Devletleri ve Çin Halk Cumhuriyeti salınımların azaltılması konusunda anlaşmaya vardılar. Bu beklenmeyen gelişme iklim değişikliğiyle mücadele konusunda 2015 Paris Zirvesi'nin toplanmasında en önemli etkenlerden birini oluşturmuştur. Bu açıdan, Paris Anlaşması çok önemli olup yerel, ulusal, bölgesel ve küresel özelliklere sahiptir. Anlaşmanın en önemli özelliği ise karbon emisyonunun azaltılması için tüm ülkelere zorunluklar yüklemesidir.

Anlaşmanın 2. maddesinin a fıkrasına göre, “küresel ortalama sıcaklıktaki artışı endüstri öncesi düzeylerin 2°C üstünün çok aşağısında tutarak ve sıcaklık artışını endüstri öncesi düzeylerin 1,5°C üstüyle sınırlamak yönünde çaba göstererek bunların iklim değişikliği risk ve etkilerini önemli ölçüde sınırlayacağını kabul etmektedir”. 4. maddenin 4. paragrafında belirtildiği üzere, “gelişmiş ülkeler ekonomi genelinde mutlak emisyon azaltım hedeflerini üstlenerek öncülük etmeye devam etmelidirler. Gelişmekte olan ülkeler azaltım çabalarını güçlendirmeyi sürdürmeli ve emisyon azaltım veya sınırlama hedeflerini zaman içinde ekonomi geneline genişletme çabaları için teşvik edilmelidir” (United Nations, 2015: 2-3). Birleşmiş Milletler Genel Sekreteri, Anlaşmayı 22 Nisan 2016 tarihinden 21 Nisan 2017 tarihine kadar imzaya açık tutulacak olup Anlaşmanın onaylanması için tarafların en az %55'nin anlaşmayı kabul etmesi gerekmektedir (United Nations, 2016: 3).

Gelişmiş ülkeler düşük karbonlu ve iklim değişikliğine dirençli bir dünya oluşturma yolunda adım atmak için gelişmekte olan ülkelere iklim finansmanı, teknoloji ve kapasite geliştirme desteği sağlamaları gerekmektedir. Bu amaçla, gelişmiş ülkeler 2020 yılına kadar gelişmekte olan ülkelere yüz milyar dolarlık bir iklim finansman desteği sağlayacak ve Avrupa Birliği ülkeleri de 2020 yılında yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak mevcut önlemlerle birlikte sera gazı emisyonlarını azaltma konusunda taahhütte bulunmuş olacaktırlar (European Environment Agency, 2015: 17). Anlaşmaya taraf olan ülkelerin hükümetleri, bu amaçları gerçekleştirebilmek için, her beş yılda bir toplanma kararı aldığı unutulmamalıdır.

Anlaşmanın en önemli özelliği, sadece sanayileşmiş ülkeleri değil aynı zamanda az gelişmiş ülkeleri de Birleşmiş Milletler şemsiyesi altında bir araya getirmesidir. Bu süreçte itici güç, 2014 yılında Amerika Birleşik Devletleri

Başkanı Barack Obama'nın Çin Halk Cumhuriyeti Devlet Başkanı Xi Jinping'e gönderdiği mektuptur. Bu yakınlaşma vesilesiyle her iki ülke de 2020'den sonra gaz emisyonlarını azaltmayı kabul ederek Anlaşmaya katılanlar arasında yer aldı (Goldenberg, 2014). Bahamalar, Dominik Cumhuriyeti ve Afrika ulusları gibi Küçük Ada Devletleri'nin ısrarcı tavırları, 1,5°C sıcaklığın korunarak ülkelerini tehdit eden iklim değişikliğinin etkisini engelleme düşüncelerinin dikkate alınmasını sağladı (Clémençon, 2016: 8). Bu Anlaşma tarihsel öneme sahip olsa da taraflar için yasal olarak bağlayıcı herhangi bir emisyon hedefine sahip değildir. Tarafların bu hedefleri gerçekleştirebilmesi için Ekonomik Kalkınma ve İş Birliği Örgütü (OECD), 2014 yılında gelişmiş ülkeler tarafından iklim değişikliğine karşı mücadele amacıyla, 62 milyar dolarlık bir kaynak ayırmıştır (Ministry of Finance, Climate Change Finance Unit, Government of India, 2015).

Ancak, Anlaşma tarafların kısa ve orta vadede fosil yakıtları kullanmadan iklim değişikliğiyle nasıl baş edeceğini netleştirmemektedir. Bu durum yukarıda öngörülen hedeflere nasıl ulaşılacağı konusunda zihinlerde soru işareti bırakmaktadır. Çünkü ülkeler hâlâ enerji taleplerinin %80'ini hidrokarbon yakıtlardan karşılamaktadır. Bu tartışma başka bir konuyu, nükleer enerji konusunu, beraberinde getirmektedir. Anlaşmaya imza atan ülkeler nükleer enerji kullanmadan gaz salınımlarını azaltamazlar. Uzmanlar ise düşük-karbon emisyonuna sahip nükleer enerjinin konvansiyonel yakıtlardan daha temiz ve iklim değişikliğiyle mücadelede de daha etkin olup olmayacağı hususunu hâlâ tartışmaktadır.

2. NÜKLEER ENERJİ SAVUNUCULARI ve ARGÜMANLARI

Hidrokarbon enerji kaynakları/konvansiyonel yakıtlar/fosil yakıtlar (kömür, petrol ve doğal gaz) iki yüzyılı aşkın süredir insanlığın hizmetinde olup ülkelerin ekonomilerini geliştirmek ve sanayi üretimlerini arttırmak için bu yakıtların kullanımı devam etmektedir. Ülke ekonomileri için fosil yakıtlar hayati öneme sahip olsa da bu yakıtların kullanımına paralel olarak küresel ısınma ve gaz emisyonları hızla artmaktadır. Diğer taraftan ise rüzgâr, güneş ve biokütle gibi "*yenilenebilir (alternatif) enerji kaynakları*"nın enerji ve küresel ısınma sorununu sürdürülebilir bir şekilde ve ekonomik anlamda çözüme yetersiz kaldığı görülmektedir.

Uzmanlar elektrik talebinin gelişmekte olan ülkeler için 2000 ile 2020 yılları arasında iki katına çıkacağını tahmin etmektedir. Bu yüzden nükleer enerji, tarafların sürdürülebilir bir kalkınma ve emisyonların azaltılması hedeflerine ulaşmasına yardımcı olabilecek bir enerji seçeneği olarak ortaya çıkmaktadır. Nükleer enerji halihazırda elektrik enerjisi için yaygın olarak kullanılmakta ve nükleer santraller, hidroelektrik enerji santrallerinden sonra,

dünya genelinde sera gazı emisyonuna sebep olmadan küresel elektrik talebinin %11,5'ini (Ocak 2017 itibariyle) üretebilmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı'na (IEA) göre, nükleer enerji santralleri 1970 ile 2015 yılları arasında 60 gigatondan fazla CO₂ emisyonunu önlediği için nükleer enerji tarafından üretilen elektrik 2050 yılına kadar %17 oranında artacaktır (OECD, 2015). Bu sebepten ötürü, hidrokarbon emisyonlarını azaltmanın en kısa yolu nükleer enerji kullanımının yaygınlaştırılmasından geçmektedir.

1973'te yaşanan petrol şokundan sonra Fransa, Avrupa'da enerji talep güvenliğini sağlamak için enerjisini çeşitlendirmeye karar verdi. Enerji krizinden kırk yıl sonra, Fransa elektrik üretiminin büyük bir bölümünü (%79) hidrokarbondan uranyuma dönüştürerek nükleerden elde etmeyi başarmıştır. Nükleer enerjiden üretilen elektriğe ek olarak, Fransa dünyanın dört bir yanındaki gelişmiş ülkeler arasında en düşük gaz salınımı gerçekleştiren ülke konumundadır (Brook, 2014: 10-11).

Şubat 2017 itibariyle, 30 ülkede 449 nükleer güç reaktörü faaliyette olup (International Atomic Energy Agency (IAEA), 2017a) 15 ülkede 60 yeni nükleer enerji santralının inşaatı hâlen devam etmektedir (International Atomic Energy Agency (IAEA), 2017b). Ocak 2017 verilerine göre de 45 ülkede 174'ten fazla nükleer santralin inşa edileceği öngörülmektedir (World Nuclear Association, 2017). Bu ülkelerin çoğunun ortak özelliği ise gelişmekte olan ekonomilere sahip olmalarıdır. Bu santrallere ek olarak, birçok ülkede pek çok reaktör sadece araştırma, temiz enerji ve tıbbi arıtma, sanayi ve tarım gibi birden fazla faaliyet alanında kullanılmaktadır.

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olan ülkeler, 1997 Kyoto Konferansı'ndan bu yana, sera gazı emisyonunu azaltma konusunda taahhütte bulunmaktadır. Özellikle sanayileşmiş uluslar, bu konferans serilerinden sonra "*sürdürülebilir kalkınma*" ilkesini kabul etmiştir. Sürdürülebilir kalkınma "*...gelecek kuşakların ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetinden ödün vermeden mevcut neslin ihtiyaçlarını karşılamaktır...*" (American Nuclear Society, 2000: 1). Bu açıdan bakıldığında, nükleer enerji ve nükleer teknolojinin sürdürülebilir kalkınmaya katkıda bulunduğu aşikârdır. IAEA Enerji Ekonomisti Loreta Stankeviciute, 2015 Zirvesinde, nükleer enerjinin toplumsal etki açısından sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir unsuru olabileceği ve makro ekonomik açıdan yararlı olabileceğini belirtmiştir. Böylelikle, nükleer enerji ekonomik büyüme ve yeni iş fırsatları yaratmaktadır (International Atomic Energy Agency (IAEA), 2015).

Sürdürülebilir kalkınmaya paralel olarak, nükleer enerji düşük sera gazı emisyonu sebebiyle sürdürülebilir enerji kaynağı olarak da kabul edilmektedir. Yukarıda OECD'nin 2015 istatistiklerinde de belirtildiği gibi, yaklaşık 435 nükleer enerji santrali 1970 ile 2015 yılları arasında 2 milyar ton CO₂

emisyonunun atmosfere karışmasını önlemiştir. Diğer bir taraftan, kömür santralleri bu süre zarfı içinde dünya geneline yılda yaklaşık 30 milyar ton CO₂ emisyon yaydı. Bu emisyonlar özellikle yükselen bir güç olan Çin’de hava kirliliğine sebep olarak sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, nükleer santrallerin en önemli özelliği daha az uranyum kullanarak konvansiyonel yakıtlara kıyasla daha fazla enerji üretebilmeleridir. Hükümet ile birlikte bilim insanları enerji verimliliği, radyoaktivite ve nükleer enerjinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması için yeni teknolojik gelişmeler üzerinde çalışmaktadır. Hidrokarbon yakıtların kıt olması ve uzun vadede o kadar çevre dostu özelliklere sahip olmamalarından dolayı insanlığın daha fazla hizmetinde olamayacakları ortadadır.

Dünya Sağlık Örgütü’nün (WHO) yayınladığı ölüm oranlarında kömürden dolayı yılda 170.000 kişi hayatını kaybederken bu oran biyo-yakıt/biyo-küttele 24.000, petrolde 4.000, doğalgazda 4.000, hidrojenle 1.400, güneşte 440, rüzgârda 150 iken ve nükleer enerjide bu oran yalnızca 90 kişidir (Marcus, 2015). Nükleer enerjinin insan sağlığı için tehlikeli bir enerji kaynağı olduğuna ilişkin iddia edilen eleştirilerin aksine, bu zamana kadar sırasıyla Amerika Birleşik Devletleri’ndeki Three Mile Adası (1979), Ukrayna’daki Çernobil (1986) ve Japonya’daki Fukuşima Daiçi (2011) olmak üzere üç büyük nükleer kaza meydana gelmiştir. Bununla birlikte, kömür, petrol ve doğalgaz endüstrisinde yıllık ölüm oranına kıyasla, nükleer enerjiden kaynaklanan ölüm oranı—yukarıdaki istatistiklerin gösterdiği gibi—epeyce düşüktür.

Yeni nesil nükleer enerji santralleri (3. ve 4. nesil)¹ iyi geliştirilmiş tasarımlar ve gelişmiş su reaktörleri ile emniyet açısından güçlendirilmiştir. Bu yeni teknolojiler insanlara karşı radyoaktif tehlikeleri azaltmakta ve deniz sularını herhangi bir radyasyona maruz bırakmadan tekrar kullanabilmeleri için korumaktadır. Bu nedenle, iklim değişikliği ve sera gazı emisyonlarıyla mücadele için nükleer enerji daha çok tercih edilebilecektir. “AP 1000 Westinghouse” ilk üçüncü nesil nükleer reaktör olma özelliği taşımakta ve 2017’nin ortasında Çin’in ilk üçüncü nesil reaktörü Sanmen Nükleer Enerji Santrali’nde hizmet girmiş olacaktır (Nuclear Engineering International, 2016). Kaza riskinin bu şekilde minimum seviyeye çeken reaktör kurulacaktır. Santrallerdeki güvenlik sistemleriyle ilgili tüm cihaz ve parçaların uluslararası standartlara göre kalite kontrollerinin ilgili uzmanlarca/bilirkişilerce tam olarak

¹ III. Nesil Nükleer Reaktörler, 1990’lı yıllarda, pasif güvenlik ve ekonomi açısından anlamlı iyileştirmeler sunan ve önceki nesil reaktörlere göre daha yüksek verimlilik ve daha az atık üretme özellikleriyle donatılmış olarak geliştirildiler. Bu gelişmeler “yakın zamanda devreye sokulabilir” nitelikteki, III+ Nesil denilen tasarımlara yol açtı. Tam pasif güvenli, üst düzey ekonomik ve asgari atık özelliklerine sahip santraller IV. Nesil olarak adlandırılmakta ve geliştirilip kullanılmaları 2030’lu yıllardan sonra olması öngörülmektedir. http://www.bilimtek.gov.tr/system/files/4_nesil_nukleer.pdf (18.03.2017)

yapılması zorunludur. Atakan'ın da örnek gösterdiği gibi, pek çok güvenlik sisteminin olmadığı, reaktör binasını sarması gereken güvenlik kabının (containment) Çernobil'de bulunmaması, yeteri kadar eğitim almayan görevlilerin reaktör gücünü düzenleyen kontrol çubuklarını yukarı çekmesi ve reaktörü soğutacak suyun pompalarını durdurmasıyla, büyük bir hata sonucu, nükleer felakete sebep olmuşlardır (Atakan, 2016). 2011 Fukuşima kazasında ise yine personel kaynaklı hata meydana gelmiş, reaktörü soğutması gereken dizel motorlar yukarı katlara çıkarılmadığı için tsunami dalgalarının altında kalmış ve reaktörü soğutamamıştır. Oysa ki, yeni nesil nükleer santrallerde personel bu tarz fahiş hatalara sebebiyet vermemek adına üstün teknolojik sistemlerle eğitilmekte, kaza riski en aza indirilmeye çalışılmaktadır. En çok tartışılan ve mutlak surette çözümü olmayan nükleer atık konusunda ise ülkeler yoğun bir şekilde teknik ve bilimsel çalışmalarını sürdürmektedirler. Atıkların geri dönüşümden geçirilip kullanılamayacak bölümlerin hacmi küçültülerek yerin altındaki derin bölmeli variller içinde depolanır. Örnek olarak, Almanya'da geri dönüşüm sonrası 26 yüksek ve orta seviyede radyoaktivite içeren varil, İngiltere'de yüksek-seviyede 21 varil, Fransa'da ise orta-seviyede 5 varil atık depolanmaktadır (Bundesamt für Strahlenschutz, 2017).

Yukarıdaki açıklamalara ek olarak, genel anlamda nükleer enerji şu özelliklerinden dolayı enerji güvenliği ve enerji verimliliğine yönelik politikalarda avantaja sahip olup iklim değişikliğiyle mücadelede ön plana çıkmaktadır: 1) *Potansiyel rezervleri hidrokarbon yakıtlara oranla daha fazladır.* Fosil yakıt kaynaklarının kullanım ömürlerinin 50-60 yıl kaldığı hesaplanmasına karşın, Uranyum 2016 raporuna göre, 2014 itibariyle nükleer reaktörleri 160 yıldan fazla çalıştıracak rezervlerin olduğu belirtilmektedir (Nuclear Energy Agency (NEA), 2016: 124). 2) *Konvansiyonel yakıtlara göre, düşük hacimli yakıt miktarından yüksek enerji elde edilmektedir.* 1 kg kömürden 3 kWh, 1 kg petrolden 4.5 kWh ve 1 kg uranyumdan ise 50.000 kWh'lık enerji üretilmektedir (Pala, 2016). 3) *Nükleer hammadde fiyatının düşük ve istikrarlı olması.* 2009 yılı Amerika Birleşik Devletleri enerji üretim maliyetleri göz önüne alındığında, nükleer enerji 2 sent/Kwh iken bu oran kömür ve rüzgâr santralleri için 3 sent/Kwh, doğalgaz için 5 sent/Kwh, kömür içinse 12 sent/Kwh dolaylarındadır. Yakıt maliyetinin üretim maliyetine oranı nükleerde ¼ oranındadır. Bu düzey, hidrokarbon kaynaklı üretimde %80-90 civarında olduğundan dalgalanmalara karşı nükleer kaynakların fiyat istikrarı ortaya çıkmaktadır (İşeri ve Özen, 2012: 166). 4) *Nükleer enerji santrallerinin diğer santrallere kıyasla daha az arazi alanına ihtiyaç duyması, atıkların geri dönüştürülebilir ve depolama kolaylığının olması* bu enerji kaynağının tercih edilmesinde önemli etkenlerdir (Temurçin ve Aliağaoğlu, 2003: 27).

Toplam küresel sera gazı salınımlarının yaklaşık %70'i enerji talebinden kaynaklanmaktadır. Karbondioksit toplam emisyonların %90'ını oluşturmakta bu da küresel emisyonların $\frac{2}{3}$ 'ünü ifade etmektedir. En yüksek CO₂ salınımlarının hidrokarbon yakıt kullanımıyla açığa çıktığı aşikârdır. Kömür, tüm enerji santralleri arasında en yüksek emisyon oranına sahip olanıdır (729-1791gr CO₂-eq/kWh tahminlerinin tümünde 1025gr CO₂-eq/kWh). Linyit, ortalama olarak, en yüksek emisyonu ve tüm kömür çeşitleri içerisinde en tehlikeli kömür türü olma özelliğine sahiptir (1297gr CO₂-eq/kWh). Katı yakıtlara ek olarak, doğalgaz üretilen elektrik birimi başına sera gazı emisyonu yayan ikinci kirletici yakıt türü olup santrallerde yaklaşık 492gr CO₂-eq/kWh yanma yapar (genel aralık değeri 307-988gr CO₂-eq/kWh). Bu emisyon yayılımına çare olarak “*karbondioksit jeolojik depolanması*, (Carbon Capture and Storage-CCP)”, fosil yakıt teknolojilerinden kaynaklanan emisyonları temel kaynaklarından ayırıştırarak uygun jeolojik şekillere aktarmakta ve atmosfere yayılmasını azaltmaya çalışmaktadır (International Atomic Energy Agency (IAEA), 2015: 14). Ayrıca, toplam emisyonların %30'u ve CO₂ salınımlarının %40'ı elektrik üretiminden kaynaklanmaktadır. Nükleer enerji elektriğin %11,5'ini üretmekteyken ve yenilenebilir enerji kaynakları ise küresel olarak yalnızca %6'lık bir enerji üretimi gerçekleştirebilmektedir (Paillere, 2015: 3). Bu oran, nükleer enerjiyle karşılaştırıldığında oldukça düşük olup talebin ne kadarını karşılayabileceği konusunda uzmanlar arasında ciddi şüpheler uyandırmaktadır.

İklim değişikliği açısından bakıldığında, enerji talebini sağlamak ve gaz emisyonlarını sınırlandırmak için nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payı 2100 yılına kadar iki katına çıkacağı umulmaktadır. Bu bağlamda, 2015 yılında Paris'te gerçekleşen Birleşmiş Milletler Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) düşük karbonlu enerji kaynaklarının—hidrokarbon kaynaklar sınırlı olmasından dolayı—fosil yakıtlardan daha önemli olacağını tahmin etmekle beraber, 2050 yılına kadar iklim değişikliği ile mücadele etmek amacıyla küresel elektrik üretiminin %80'i nükleer kaynaklar ve yenilenebilir enerji kaynakları gibi konvansiyonel olmayan kaynaklardan üretileceği öngörülmektedir (Nei.org, 2015). IPCC'nin de belirttiği gibi, kanıtlanmış düşük-karbon salınımindan dolayı nükleer enerji CO₂ emisyonlarının azaltılmasında en kolay ve en hızlı seçenektir. Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2015 Dünya Enerji Raporu, hükümetlerin düşük-karbonlu her türlü çözümü kullanarak karbondioksit emisyonlarını azaltmak için yeni tesis ve kaynakların inşasının dikkate alınması gerektiğini tartıştı. Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli, Uluslararası Enerji Ajansı, BM Sürdürülebilir Çözüm Ağı ve Ekonomi ve İklim Küresel Komisyonu sera gazı salınımlarına karşı mücadele edilmesi ve bu mücadelede yalnızca yenilenebilir enerji kaynaklarının sıcaklığın 2°C'nin altına düşürülmesi hedefine ulaşmak için yeterli olmadığını düşündükleri için yeni

reaktörlerin kurulması gerektiğini tartıştılar (Forbes, 2015). Bu sebeple, nükleer yakıt kullanımını artırmak için nükleer enerjinin önündeki siyasi ve sosyal engeller kaldırılmalıdır.

Özellikle Fransa, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere ve Japonya dünyanın önemli nükleer enerji kullanan ülkeleridir. Aynı zamanda bu ülkeler enerji açıklarını nükleer enerji kullanarak kapatmayı başaran ülke olma özelliğine sahip olmakla beraber (Japonya hariç) yüksek nükleer teknoloji ve silahları bulunması nedeniyle de ayrıcalıklı bir konuma da sahiptirler. Raporlar incelendiğinde, hepsi aynı şeyi işaret etmektedirler: Nükleer enerji düşük-karbon salımlı bir gelecek elde etmek için kullanılacak enerji kaynaklarının başında gelmektedir. Çünkü bu konu yapısalcılıkla (constructivism) yakından ilişkilidir. Nükleer teknolojiye sahip sanayileşmiş ülkeler nükleer enerjiyi barışçıl amaçlara yönelik kullanma eğilimindedir. İlişki ve süreçler “yapı” ve “yapılandırma” ile yakından ilgilidir. Örneğin, devletler arasındaki etkileşim ve hükümetlerin davranışları uluslararası yapıyı belirlemektedir. Bu yapı da aktörleri, kimlikleri, kurumları ve süreçleri meydana getirir. Devletlerin ilgi alanları ve sağduyularıyla bağlantılı olarak nasıl davrandıklarına dair ortak bilgiler onların kültürel noktalardır. Yapısalcılık, kurallar ve normları açısından makul bir fikir birliği oluşturmaktadır. Bu kural ve normlar sosyal yapı ve dinamikler içinde anlamlı bir “eylem”e dönüşmektedir. Normatif değerler bu sosyal yapı ve dinamikleri kurup kimlik ve çıkarları tanımlamaktadır. İşte bu yüzden, nükleer enerji 1950’lerin ortasından itibaren Sovyetler Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri arasında bir silahlanma yarışı olarak önem kazandı. İncelenen konu açısından, bu yapı Soğuk Savaş döneminde kurulmuş olup 1973’te yaşanan petrol şoku sonrasında Fransa nükleer enerjiyi silahlanma yarışından barışçıl kullanıma dönüştürmekle beraber Avrupa’da enerjiye olan bağımlılığı azaltmak, Amerika Birleşik Devletleri’nden bağımsız bir nükleer program geliştirmek ve olası enerji krizlerinde kendi enerji güvenliğini sağlamak amacıyla enerji çeşitliliğini pekiştirmeyi başarmıştır. Böylece Fransa farklı bir yapı oluşturmuştur. Nükleer enerji santralleri, bazen nükleer kazalar nedeniyle kullanıp kullanamayacakları konusunda tartışılıyor olsa bile, gaz emisyonlarını azaltmak için fosil yakıtlara alternatif olarak kabul edilebilir noktaya gelmiştir. Kısa vadede, sıfır marjinal maliyetleri olan yenilenebilir kaynaklar daha yüksek marjinal maliyetlerle teknolojileri değiştirir. Diğer bir ifadeyle, güneş ve rüzgâr teknolojisi gelişip ucuzladıkça, enerji seçimi düşük emisyonlu kaynaklara doğru bir dönüşüm yaşamaktayken; nükleer reaktörler daha az uranyum ile çalışacak şekilde yenilenmektedir. Böylece bu teknoloji nükleer santraller için maliyetleri düşürmede önemli bir rol oynayabilmektedir. Bu süreç göz önüne alındığında, CO₂ salınımlarına karşı savaşmak için uluslararası sistemde yeni bir yapı kurulmuştur. Dahası, nükleer teknolojiye sahip olan ülkeler sadece dünyayı kurtarmak için değil; aynı zamanda gelişmekte olan ülkelere yeni enerji

santralleri kurmak için teknolojilerini satacak ayrıcalıklı konumlarını da korumayı hedeflemektedir. Devletler konvansiyonel yakıtlara bağımlılığı azaltarak, kirliliği ve gaz emisyonunu düşürmeyi hedeflemektedir. Buna ek olarak, nükleer enerji tüm ülkeler için enerji arz güvenliğine büyük katkı sağlayabilir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde 30 eyaletteki toplam 99 reaktör nükleer enerjiyi kullanarak ülkenin toplam enerji talebinin %20'sini karşılamaktadır. Bunun yanında, Amerika Birleşik Devletleri dünyadaki uranyum rezervlerinin ¼'üne sahiptir. Nükleer santrallerin maliyetleri kW başına 7,7 sentten 11,4 sente yükselmiş olsa da yakıt maliyetleri kömür ve doğalgaz santralleri karşısında hâlâ düşüktür. Kongre, yatırım bütçesinin değişmesi nedeniyle üretim maliyetini azaltmak için tesislerde kullanılmak üzere 36 milyar dolarlık nükleer krediyi onaylamış bulunmaktadır. Nükleer Düzenleme Komisyonu (NRC) ise üretim potansiyelleri dikkate alındığında, nükleer tesislerin lisanslarını 60 yıla çıkaracağını öngörmektedir (The National Conference of State Legislatures, 2010: 18-19).

Kullanılan nükleer yakıtın yok edilmesi ve nükleer atık sorununun çözümü adına eyaletler, yeni nesil santraller ve atık sevkiyatı için mevzuat değişikliği yapmaya çalışmaktadır. Federal perspektiften bakıldığında, sadece nükleer enerji değil aynı zamanda yeni nükleer teknolojiler de hükümetler ve Enerji Bakanlığı tarafından desteklenmekte ve teşvik edilmektedir. Eyaletler bu gelişmeler sayesinde vergilendirme hususunda imtiyazlı bir konuma sahiptir. Vergi indirimi nükleer santrallerin kurulması konusunda fırsat yaratmaktadır. Öte yandan, Amerika Birleşik Devletleri elektriğinin %40'ını yenilenebilir enerji kaynaklarından üretmeyi amaçlasa da bugün için bu hedefi tutturmak zor görünmektedir. Bu kapasite artırımını sağlamak ve Paris Anlaşması'na cevaben yenilikçi nükleer programı güçlendirmek için Amerikan yönetimi "*Gateway for Accelerated Innovation in Nuclear Programme*" girişimini 2016 yılı itibariyle başlatmıştır. Bu program yeni ve gelişmiş nükleer reaktör tasarımlarını ticarileştirmeye yönelik gerekli teknik, düzenleyici ve finansal altyapıları sağlamayı amaçlamaktadır (International Atomic Energy Agency (IAEA), 2016: 49). Şu an kömür ve doğalgazla çalışan santraller coğrafi koşulları ve maliyetleri nedeniyle yenilenebilir kaynaklardan daha ucuz ve daha erişilebilir durumdayken; hiçbir kirlilik ve emisyonu sebep olmayan yenilenebilir enerji kaynakları elektrik üretmek için arazi ve iklimsel faktörlere tabidir (The National Conference of State Legislatures, 2010: 22-23).

Amerikan çıkarlarının aksine, Avrupa ülkeleri—Amerika Birleşik Devletleri ile karşılaştırıldığında—çevre sorunlarıyla daha yakından ilgilenmektedir. Avrupa Birliği 2020 yılına kadar nükleer enerji kullanımını artırarak mevcut gaz salınımı %20 oranında azaltmayı hedeflemektedir. İtalyan

hükümeti ise nükleer santrallerin inşasına devam etmeyi planlamaktadır. Londra sera gazı emisyonuyla daha etkin mücadele etme gayesiyle yeni santraller kurmaya karar vermiş durumdadır. Finlandiya 2009'dan bu yana yeni nesil nükleer santral yapımına devam etmektedir (Pampel, 2011: 250). Froggatt ve Schneider'e göre, enerji verimliliği ve düşük sera gazı emisyonu sürdürülebilir enerji hedefine ulaşmada ve yeni enerji sistemi için salınımların azaltılmasında hayati gelişmelerdir (Schneider, 2011: 42). Enerji talebi ve enerji tüketimi birbirine paralel olarak artmaktadır. Sınırlı fosil yakıtlar düşünüldüğünde, devletler enerji taleplerini karşılamaya devam etmek için konvansiyonel olmayan enerji kaynaklarına yönelmek zorundadırlar. Bu bağlamda, İngiliz halkı ve kamuoyu nükleer enerjinin kullanılıp kullanılmaması konusunu tartışmaktadır.

İngiliz hükümetleri "Sizewell B"nin devreye girdiği 1995 yılından beri nükleer enerji santralleri üzerine yoğunlaşmaktadır. İngiltere Ulusal Nükleer Laboratuvarı Nükleer Yenilik ve Araştırma Ofisi'ni hükümete ve sanayi kollarına tavsiye vermesi amacıyla kurmuştur. Laboratuvar'ın raporuna göre, Ofis önümüzdeki beş sene için Enerji ve İklim Değişikliği Bakanlığı'na enerji yenileme ve ülkenin nükleer uzmanlığını tekrar canlandırmak adına sahip olduğu fonu iki katına çıkartarak 500 milyon sterlin yardımda bulunacaktır (International Atomic Energy Agency (IAEA), 2016: 49). Bu bağlamda, üç İngiliz gazetesi (the Mail, the Independent ve the Mirror) kamuoyunu şekillendirerek farklı dönemleri farklı yönleriyle yansıtmıştır. *The Mail*, hükümetin nükleer enerji politikasına karşı çıkarak nükleer karşıtı bir söylemi savunmuştur. Özel sektör ve hükümet ise yeni-liberal politikalar bağlamında nükleer enerjiye öncelik vermiştir. *The Independent* incelendiğinde, gazete hükümetin bakış açısını desteklemiştir. İklim değişikliği sorunu için *the Independent*, yeni nükleer enerji santrali inşaatı fikrine uygun olarak basılmıştır. *The Mirror*, hükümet politikasıyla uyumlu bir haber anlayışına sahip olmasına rağmen, yeni nükleer enerji santrali fikrini benimsememiştir. Çevre ve düşük-karbon salınımlı enerji söylemi gazete tarafından desteklemiş; ancak, risklerin de altı çizmiştir. *The Mirror* halkın nükleer karşıtı endişelerini yansıttığından dolayı halk arasında popülerlik kazanmıştır. Her üç gazetenin de kamuoyu için sorumlulukları sınırlıydı ve yazılı medya devlet politikasını zımnen desteklemiştir (Doyle, 2011).

İngiltere, nükleer politikasını iki sütun üzerine inşa etmektedir. *Birincisi* doğrudan kendi güvenlik kaygıları ve ulusal güvenlik perspektifi ile ilgilidir. İngiliz hükümeti yeni bir santral inşa etmeye ve enerji güvenliğiyle birlikte iklim değişikliğinin zararlı etkilerine karşı mücadele için nükleer enerjinin kullanımını yaygınlaştırmaya çalışmaktadır. İngiltere, Kopenhag Okulu tarafından öne sürülen "güvenleştirme" kavramı bağlamında, nükleer enerji konusunu ve kendi enerji politikasını güvenlikleştirme kapsamına dahil etmiştir. Böylece özel

bir alan olarak nükleer enerji, İngiltere'nin güvenlik politikasına entegre edilmiş oldu. *İkinci sütun* nükleer öncelik ve nükleer inşaat, tesisler ve hammaddelerin entegrasyonu ile ilgili olup uzun vadede sağlık ve çevre sorunlarının en aza indirilmesini amaçlamaktadır (People, 2014: 157-158). Enerji, ekonomik açıdan sürdürülebilir kalkınmanın önemli bir unsurudur. Bu anlamda, Ticaret ve Sanayi Bakanlığı (2007 yılında İşletme, Kuruluş ve Düzenleyici Reform Bakanlığı'nın yerini almıştır) "*Beyaz Kitabı*" enerji güvenliği ile iklim değişikliği arasındaki sorunları ve ilişkileri tartışmıştır (Department of Trade and Industry, 2007: 195). İngiliz hükümeti ve İngiliz halkı yirmi yıldan fazladır yeni nesil bir nükleer enerji santralının kurulmasına ilişkin tartışmalarına devam etmektedir. Kyoto ve Kopenhag Zirveleri'nden sonra, nükleer enerji CO₂ emisyonlarını %7 ile 14 arasında azaltmayı başardığından ötürü yeni nükleer enerji santralının iklim değişikliğine yönelik yürütülen mücadeleye yardımcı olduğu anlaşıldı (K. Bickerstaff, 2008: 146). Yenilenebilir enerji kaynakları karbon emisyonlarını azaltmak için tek başlarına yeterli değilken, Kyoto hedefleri bağlamında, İngiliz hükümeti emisyonların azaltılması amacına ulaşmayı arzu ediyorsa, İngiltere elektrik talebinin yarısını nükleer enerjiden tedarik etmek zorundadır. Dönemin İngiltere Başbakanı David Cameron "*...İngiltere'deki yeni nesil nükleer güç gelecekteki enerji ihtiyaçlarımıza ve uzun vadeli arz güvenliğimize katkıda bulunmak için önemli bir yere sahiptir ve bu, ülke çapında tekrar dengeli bir ekonomi inşa etmemize yardımcı olacaktır...*" dedi (Department of Energy and Climate Change and Prime Minister's Office, 2013).

3. NÜKLEER ENERJİ KARŞITLARI ve SAVUNDUKLARI ARGÜMANLAR

Hiçbir enerji kaynağı masum değildir. Kullanılan her çeşit yakıt devletlerin enerji talebini karşılamasına rağmen; dünyaya da tehlikeli emisyonlar yaymaktadır. Euronews'e göre, atmosferdeki karbondioksit seviyesi %40, metan gazı seviyesi ise %150 oranında artmıştır (Euronews, 2015). Bu salınımlara ek olarak, deniz suyu sıcaklığının yaklaşık üçte birinin 2100 yılına kadar 2°C artması beklenmektedir. Dahası, 2015 yılının ilk dokuz aylık verileri göstermektedir ki, dünyanın sıcaklığı fosil yakıtların kullanımıyla açığa çıkan CO₂ sebebiyle Sanayi Devrimi'nden bu yana ilk kez 1,02°C (+/-0.11°C hata payı ile birlikte) üzerine çıkmıştır (BBC Science and Environment, 2015). Bu nedenle ülkeler, artan sıcaklık ve iklim değişikliği için bir çözüm arayışı içindedir. 2015 Paris Zirvesi, hedefleri kapsamında nükleer enerji, bu yüzyıl bitmeden sıcaklığın 2°C'nin altında tutmasının en iyi ve en kolay çözümlerinden biri gibi görünmektedir. İklim değişikliği konusunda olumlu avantajlara sahip olmakla birlikte, nükleer kazalardan dolayı, insanlar nükleer enerji santrallerinin artırmasından endişe duymaktalar.

1979 yılında Amerika Birleşik Devletleri'ndeki Three Mile Adası'nda, 1986'da Avrupa'daki Çernobil santralinde ve son olarak da deprem ve tsunami nedeniyle 2011 yılında Japonya'daki Fukuşima Daiçi santralinde olmak üzere dünya genelinde üç önemli felaket gerçekleşti. Three Mile Adası kazasından farklı olarak, Çernobil ve Fukuşima felaketlerinin çevresel ve insan sağlığı üzerine etkileri daha yıkıcı olmuştur. Three Mile Adası'nda meydana gelen kazada reaktörün neredeyse yarısı erimesine rağmen hiç kimse hayatını kaybetmemiştir. Yaklaşık on yıl sonra, Çernobil büyük bir felaketle sonuçlandı ve radyoaktif maddelerin neredeyse %6'sının atmosfere yayılmasına neden oldu. Birçok kişi bu felaketten şiddetli bir şekilde etkilenerek fabrikadan daha güvenli bir bölgeye tahliye edilmiştir (Kessides, 2010). Bu felaketin ardından insanlar, nükleer enerjinin tahrip edici etkilerinden dolayı nükleere önyargılı yaklaşmışlardır. Fukuşima felaketi hariç tüm nükleer kazalar insan hatası sebebiyle gerçekleştiğinden dolayı, uzmanlar kazaları önlemek amacıyla reaktörlerin tasarımını geliştirmeye başladılar. Yeni reaktörlerin ve nükleer santrallerin geliştirilmesine rağmen; santraller hâlen deprem, tsunami gibi doğa olayları karşısında savunmasız kalmakta ve ülkelerden yükselen nükleer karşıtı sesler hükümetleri zor durumda bırakmaktadır. Bu bağlamda, en somut nükleer karşıtı politika girişimi Alman hükümetinden geldi. Almanya, Fukuşima kazasından sonra, halkın yoğun tepkisi karşısında mevcut olan nükleer santrallerini 2023 yılına kadar kapatma kararı aldı. Oysaki 2010 yılında Almanya Federal Cumhuriyeti Şansölyesi Angela Merkel, kullanımda olan 17 nükleer santralin süresinin uzatılmasını öngören yasa tasarısını Federal Meclis'e sevk ederek kabul edilmesini sağlamıştı. Bu tasarıyla nükleer santrallerin kapatılması için 2036 yılı hedeflenmişken Japonya'daki felaket sonrası ülke genelinde yoğun gösteriler düzenlenmiş, Etik Komisyon Başkanı Klaus Töpfer yenilenebilir kaynakların bulunması ve Almanya'nın enerji ithalatından mustarip olmaması koşuluyla tüm nükleer enerji santrallerinin en geç 2022 yılı sonuna kadar tamamen kapatılmasını kararlaştırdı (Muradov, 2012: 107). Almanya'nın enerji ihtiyacının %23'ünü nükleerden tedarik ettiği göz önüne alınırsa, Alman hükümetinin önünde ciddi bir enerji sorunu durmaktadır. Bu açığı kapatabilmek için nükleer santrallerin yoğun olarak çalıştırılması devam etmekle beraber, 63 adet kömür, 13 adet de yeni kömürlü santralin yapımına başlanmıştır (Atakan, 2016). Almanya, nükleer santraller sonrası talep yetersizliğini önlemek adına Rusya ile enerji anlaşmalarına devam ederek Gazprom'la önemli ortaklık anlaşması imzalamıştır. Nükleer santrallerinin $\frac{2}{3}$ 'ünün Almanya'nın kuzeyinde olduğu ve bunların kapatılması durumunda yerine ikame edilecek rüzgâr santrallerinden elde edilecek elektrik, enerji nakil hatlarının bulunmaması nedeniyle Almanya'nın güneyi için sorun teşkil edebilir (Muradov, 2012: 108). Bu sorunlar, Alman hükümetinin Fransa ve Çekya'dan daha fazla elektrik ithal etmesi anlamına gelmektedir. Japonya'da da benzer durum söz konusu olmuş, Fukuşima sonrası kapanan nükleer santral sonrası açığa çıkan enerji açığını

kapatabilmek adına 40 milyar dolara yakın ek enerji kaynağı ithal etme durumuyla karşı karşıya kalmıştır (Nükleer Akademi, 2016). Fukuşima sonrası, Rusya Federasyonu tüm nükleer santrallerini kontrol etmeye başlamışken, İsviçre hükümeti nükleer santral planlarını askıya aldığını bildirmiş, Avrupa Birliği ise nükleer santrallerinin güvenliğinin sağlanması ve stres testine tabi tutulması çağrısında bulunmuştur (NTV, 2016).

Nükleer felaketslere ek olarak, uzmanlar ve vatandaşlar potansiyel terör tehditlerine ve siber saldırılara karşı nükleer enerji santrallerinin korunup korunamayacağı üzerinde de tartışmaktadır. Birçok ülke nükleer santral ve teknolojilerini savunmak için silahlı kuvvetler oluşturmuş değildir. Nükleer güvenlik, “güvenikleştirme” konsepti, koruma, maruz kalma açısından başarılı bir koordinasyonla iç içedir. Günümüzde nükleer santraller terör saldırıları için açık bir hedef halindedir. Örneğin, uranyum zenginleştiren Güney Afrika’daki bir nükleer araştırma tesisi 2007 yılında saldırıya uğramıştır. Bir diğer örnek ise bir siber saldırıyla devre dışı bırakılan Yunanistan’daki “Browns Ferry Nükleer Santrali”dir. Görevliler bu santralin kontrolünü kaybettiği için santral başka bir saldırıya maruz kalmaması için kapatılmıştır (Rauhut, 2016: 9).

En önemli konulardan biri de nükleer atık ve depolama sorunudur. Bir metrik ton nükleer yakıt, yaklaşık 3 milyon ton hidrokarbon kaynağına eşit bir enerji üretmektedir. Bu, nükleer santrallerin yılda 1000 tondan az enerji harcadığı anlamına gelmektedir (Morland, 2001: 62). Daha az uranyum kullanarak yüksek enerji miktarı üretmesine rağmen, nükleer atıklar yok edilememekte, dolayısıyla bu atıklar sadece insan sağlığına değil çevreye de tehlike oluşturmaktadır. Atıklar, “*düşük seviye*”, “*orta seviye*” ve “*yüksek seviye*” olmak üzere üç farklı şekilde sınıflandırılmaktadır. Nükleer yakıtlar yılda bir kez yenisi ile değiştirilmelidir. Ortaya çıkan atıklar, insan sağlığı ve ekoloji için yüksek düzeyde tehlike arz etmektedir. Bu atıklar büyük riskler taşıdığından dolayı, uzun vadeli bir çözüm için yeraltına, konteynerler içinde uzun işlemlerden geçen özel derin depolama tesislerine gömülmek zorundadır. Dahası, tüm ülkeler bu atıkların gömülmesi ve depolanması hususunda yetki sahibi değildir ve her ülkede atıklar için yeterli alan bulunmamaktadır. Bu nedenle, Finlandiya, Fransa ve Rusya gibi belli başlı ülkeler orta vadede bir nükleer çöplük haline geleceği için, yeraltı nükleer atık depolama alanları da terör örgütleri için bir hedef olabilir veya deprem gibi doğa olayından etkilenebilir. Bu yüzden, ülkeler nükleer enerjiyle ilgilenen özel bölümler oluşturdu. Örneğin, Amerika Birleşik Devletleri nükleer enerji için iki farklı kurum oluşturdu. Enerji Bakanlığı (Department of Energy, DoE), nükleer silah üretimi ve araştırma işleri ile ilgili olarak nükleer atıklardan sorumluyken; ikinci kuruluş ticari nükleer atıklardan enerji üretimi ve askeri olmayan unsurlardan sorumlu Nükleer Düzenleme Komisyonu (Nuclear Regulatory Commission,

NRC)'dur. Bu büyük kurumların yanı sıra, nükleer maddeleri kontrol etmek için çeşitli federal bölümler de kurulmuştur (U.S. Nuclear Regulatory Commission, 2002: 1). Her ne kadar farklı birimler kurulsun da riskleri tamamen ortadan kaldıramamışken aynı zamanda bu depolama sistemlerinin inşaat ile atık yönetim maliyetlerinin yüksek olduğu ve yapımının uzun sürmesi de başka bir handikaptır. Böylece yapım maliyeti inşaat sürecine paralel olarak artmaktadır.

Nükleer güçle ilgili bir başka sorun da uranyumun zenginleştirilmesidir. Nükleer teknolojiye sahip ülkeler onları zenginleştirmek için nükleer yakıtları kullanırsa, bu, ne yazık ki, onların nükleer silah üretebileceği anlamına gelmektedir. Sadece kamuoyu değil, aynı zamanda hükümetler de nükleer silahların yayılmasından ve terör örgütleri tarafından ele geçirilmesinden korkmaktadır. Devletler kırk yıldır bu yayılmaya karşı önlemler almaktalar. Bu önlemlerin ilki nükleer silahların yayılmasına engel olmak için 1968'de imzalanan ve 1970 yılında yürürlüğe giren Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi Antlaşması (Treaty on Non-Proliferation of Nuclear Weapons-NPT)'dır. Günümüzde ise Amerika Birleşik Devletleri Başkanı Barack Obama'nın 2010 yılında başlattığı küresel olarak nükleer terörizmle mücadele etmek amacıyla "Nükleer Güvenlik Zirvesi" yeni bir girişim olarak ortaya çıkmaktadır.

Diğer bir yandan, nükleer enerji muhalifleri, özellikle çevre eylemcileri, yenilenebilir enerji kaynakları üzerine eğilmektedir. Sanayi Devrimi'nden bu yana dünya nüfusu ve enerji talebi çarpıcı biçimde artmaktadır. Sınırsız arzular ve fosil kaynakların kıt olmasından dolayı, insanlar enerji talepleri ve ekonomilerini geliştirmek ve iklim değişikliğinin yıkıcı etkilerini azaltmak için alternatif enerji kaynaklarına yönelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları olarak kabul edilen kaynaklar hidrokarbon yakıtlar gibi sonlu kullanıma sahip değildir. Bu kaynakların tercih edilmesinin iki nedeni vardır: konvansiyonel yakıtlar öngörülen süreden önce tükenmiş olacak ve karbondioksit ile sera gazı emisyonları dünyayı çok kötü şekilde etkileyecektir (Böddeker, 2010). Yenilenebilir enerji kaynaklarından; *biyoenerji* genelde toplu taşımada kullanılmak amacıyla tarımsal atıklar ve orman ürünleri gibi organik bileşenler tarafından üretilmektedir. *Güneş enerjisi* en önemli yenilenebilir kaynaklarından biridir. Günümüzde ise teknolojinin gelişmesiyle yıllardan beri kullanılmakta olan güneş enerjisi daha da önem kazanmıştır. "*Fotovoltaik paneller*" de (PV) alternatif enerji lehine ön plana çıkmaktalar. Örneğin, Almanya güneş enerjisini kullanabilecek yeterli güneşli gün sayısına sahip olmamasına rağmen, Fotovoltaik panellerden yararlanmakta ve elektriğinin %30'unu yenilenebilir kaynaklardan üretmektedir (Energies-Renouvelables, 2014). Bu oran Almanya'nın nükleer enerjiden elde ettiği elektrik miktarından daha yüksektir. *Hidroelektrik* enerjisi su ve suyun akışından hareketle nehirlerin yanına inşa

edilen baraj projeleriyle elektrik üretir. *Okyanus enerjisi* ise elektrik üretimi, termal enerji ve deniz suyunu artarak bunu içme suyu olarak kullanır. *Jeotermal enerji* yerkürenin iç ısısından meydana gelir ve termal enerji olarak kullanılır. *Rüzgâr enerjisi*, güneş enerjisi ile birlikte öne çıkan yenilenebilir bir enerji kaynağı olup kara veya deniz alanlarındaki büyük tribünleri kullanarak herhangi bir gaz salınımı açığa çıkarmadan iklim değişikliğine karşı mücadelede etkin olarak kullanılır (Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2011: 4-5).

Eurostat verilerine göre, Avrupa'da en çok yenilenebilir enerji kullanan ülke %70,2 oranında İzlanda olurken onu %69,4 ile Norveç, %53,9 oranında ise İsveç takip etmektedir. Avrupa Birliği genelinde alternatif kaynak kullanımı oranı %16,8'dir (Eurostat, 2017). Almanya tüm enerji tedariki içinde yer alan yenilenebilir enerji kaynakları oranını %18'den %35'e çıkarmayı hedeflemekte ve %20 olan alternatif enerjilerin oranını da 2020'ye kadar %35'e çıkarmayı hedeflemektedir (Muradov, 2012: 107). Almanya için rüzgâr enerjisi yenilenebilir kaynaklar arasında ilk sıralarda yer almaktadır. Avrupa Birliği genelinde de rüzgâr kömürün yerini alarak doğalgazdan sonra en fazla tercih edilen ikinci yakıt olmuştur. 2016 yılı itibariyle rüzgâr kapasitesini en çok arttıran ülke Almanya (5 milyar watt) daha sonra Fransa, Hollanda, Finlandiya, İrlanda ve Litvanya olmuştur (Şimşek, 2017). Coğrafi konumu itibariyle Danimarka da rüzgârı etkin olarak kullanan ülkelerin başında gelmekte ve 23 Şubat 2017 tarihinde tüm ülkenin bir günlük elektrik ihtiyacını rüzgârdan üreterek (70 Gwh) bir rekora imza atmıştır (WindEurope, 2017). Amerikan Enerji Enformasyon Dairesi (U.S. EIA) de yenilenebilir kaynaklardan elde edilen elektrik enerjisinin 2016 yılında %9,3'ten %11,3 oranına yükseleceğini tahmin etmiştir (U.S. Energy Information Administration (EIA), 2016: 12).

Yenilenebilir enerji kaynakları iklimle dost ve herhangi emisyon salınımına sahip değilken; bu kaynakların üretim maliyetleri nükleer enerjiden daha uygun ve daha erişilebilirdir. Beklentilere göre, 2050 yılında sera gazı ve CO₂ salınımlarının %10,2'ye düşürülmesi hedeflenmekte ve yenilenebilir enerji kaynakları dünyada 2050 yılına kadar genel enerji talebinin %27'sini karşılamış olacaktır. En son Paris Anlaşması'na taraf olan 162 ülkeden 111 tanesi yenilenebilir enerji kaynağı kullanacağını veya kullanım miktarlarını arttıracığını taahhüt etmiştir (Demircan, 2016).

Yenilenebilir enerji kaynaklarına ek olarak, son zamanlarda kendinden sıklıkla söz ettiren, karbon emisyonu azaltılması, nükleer enerjiye alternatif olarak gösterilmesi ve iklim değişikliğiyle mücadele etkin kullanılabileceği düşünülen kaya gazı (shale gas) da hidrokarbon yakıtlara alternatif olarak sunulmaktadır. Kaya gazı daha çok kömür ve petrole alternatif olarak sunulmakta ve böylece mevcut hidrokarbon yakıtlarının geriye kalan kullanım

ömürlerini uzatabileceği düşünülmektedir. Petrol ve doğalgaz, oluşum süreçleri içerisinde bulunduğu alandan başka bir bölgeye doğru hareket sırasında oradaki kayaçların daha fazla ilerlemesine izin vermediği için o kayaçlar arasına yerleşir. Tabii bu hareket sürecinde petrol ve doğal gazın bir bölümü ana kayada mahsur kalmaktadır. Böylece kaya gazı ana kayayı terk etmeyen ve mevcut olan kayacın arasında kalan petrolden elde edilen gazdır (Yıldız, 2013: 8). Yüzyıllık süreler içinde bu tortullar daha derine doğru yol alarak orada bir çökelti oluşturur. Magmadan gelen sıcaklık ve basınçla birlikte içerdikleri hidrokarbonları organik maddeye dönüştürürler. Bu şekilde oluşan hidrokarbon genellikle bulunduğu kaynak kayadan dışarı atılarak yüzeye doğru ilerler. Ancak, bazı durumlarda, yüzeye çıkmak isteyen bu hidrokarbonlar sert sızdırmaz bir kaya tarafından engellenir. İşte böylece, hidrokarbon maddeler bu sızdırmaz kayanın altında birikerek kaynağın bulunduğu kayada kalır, sıkışır ve gaz veya petrol rezervi oluşturur (The Union of Concerned Scientists, 2013). Amerika Birleşik Devletleri'nin 2009 yılında Rusya Federasyonu'nu sollayarak dünyanın en büyük gaz üreticisi konumuna yükselmesini kaya gazına borçludur (Ratner, 2015: i). Özellikle bu gelişme 2008 küresel finans krizinin akabinde meydana gelmesi enerji fiyatlarında fazla dalgalanmalara yol açmamakla birlikte Amerika'yı da diğer ülkeler karşısında avantajlı bir pozisyona taşımıştır.

Kaya gazını konvansiyonel doğalgazdan ayıran en önemli özellik sondaj ve çıkarım tekniklerinin farklı olmasıdır. Kaya gazının bulunduğu kayaçlardan çıkarılarak normal bir yakıt olarak kullanılması için geliştirilen temel yöntem “çatlatma (*fracturing/fracking*)” tekniğidir. Bu tekniğe suyla çatlatma yöntemi de denilmektedir. Bu yöntemden istifade edilerek kayaçların içindeki sıkışmış gaz, su basıncı kullanılarak yer yüzüne çıkarılmaktadır. Su ve kumla birlikte hidrolik kırılma kimyasal sıvıları açılan sondaj kuyusundan içeri pompalanıp kayaç formunda çatlaklar açmakta ve bu çatlaklar içinde sıkışmış olan hidrokarbonların serbest kalmasını sağlayarak doğal gazın kayaç içinden sondaj kuyusuna ulaşmasına imkân sağlamaktadır (Turkish Yatırım, 2011: 18). Bu teknik üç temel sondaj prensibine dayanmaktadır: 1) *Dikey Hidrolik Kırılma (Vertical Hydraulic Fracking) Yöntemi*, zemine dikey doğrultuda çukurlar açarak yapılan bir sondaj tekniğidir. Yapısı itibarıyla genişçe yan bileşenleri kullanmayan bir teknik olup yatay hidrolik yönteminden önce kullanılmaya başlanmıştır. 2) *Yatay Hidrolik Kırılma (Horizontal Hydraulic Fracking) Yöntemi*, dikey olarak açılan kuyularla kayaçlara ulaşıldıktan sonraki işlemin yatay olarak ilerlemesiyle başlayan bir teknolojidir. İçine çok yüksek miktarda su, kum ve kimyasallardan oluşan bir karışım basınçlı bir şekilde gönderilmekte ve gözeneklere sıkışmış olan gaz bu sayede serbest bırakılarak yeryüzüne ulaşmaktadır. Bu tekniğin yapısı sayesinde yüksek hacimli hidrolik kırılmaya olanak sağlamak ve dikey hidrolik sisteminden daha farklı bir kimyasal hidrolik sıvısına sahip olmaktadır. Bu teknoloji 1990'larda geliştirilen bir teknik

olduğundan dolayı diğer tekniğe oranla daha az kimyasal içermektedir (Ahışhalı, 2013: 18-19). 3) *Döner Hidrolik Kırılma (Rotary Hydraulic Fracking) Yöntemi*, hidrokarbon kayaçlarının bulunduğu yer kabuğunda delikler açmak için dönerli keskin bir matkap kullanan sondaj tekniğidir. Bu teknoloji, “çamur” olarak bilinen bir sıvı kullanmakta olup yapısı ise petrol bazlıdır (Glass, 2011: 2). Çatlatma tekniği işleminde en önemli konu yeraltı sularının korunması ve içme sularının temiz kalması meselesidir. Bundan dolayı, Ahışhalı’nın da belirttiği gibi, hidrolik kırılma yöntemiyle kaya gazı çıkarılması, Avrupa Birliği ülkeleri Fransa ve Bulgaristan’da da yasaklanmışken; Amerika Birleşik Devletleri’nde pek çok eyalette kullanılmakta ve tüm bu işlemler kanuna tabii şekilde yürütülmektedir (Ahışhalı, 2013: 20).

Önceki yıllarda kayaçların arasına gizlenmiş olan kaya gazını çıkartmanın maliyeti Ortadoğu’dan gaz ithal etmekten daha yüksekti. Ancak geçen süre içinde gaz fiyatlarındaki artış, hidrokarbon piyasasındaki fiyat istikrarsızlığı, 1970’lerde yaşanan enerji krizleri, teknolojideki gelişmeler, kaya gazını hidrokarbon yakıt şirketleri için bir çekim alanı haline getirmiş oldu. Amerika Birleşik Devletleri bu göstergeleri iyi okuyup değerlendirdiğinden dolayı, 1980’lerden itibaren kaya gazı çıkarımı için altyapı ve maliyet çalışmalarının yanı sıra teknolojik yatırımlarına da hız vermesinin meyvelerini 2000’li yılların ilk on senesi içinde almayı başarmıştır. Kaya gazının Amerika Birleşik Devletleri’nde kullanılmaya başlanmasıyla ilk önceleri doğalgazın fiyatı dört dolara kadar gerilerken Mart 2017 itibariyle Henry Hub² spot fiyatının üç dolar civarında seyrettiği görülmektedir (U.S Energy Information Administration, 2017). Bu sayede Amerika ithal ettiği doğalgaza yerli ve ekonomik bir alternatif olarak kaya gazını ikame ederek gerek petrol gerekse doğalgaz tüketimini azaltmayı başarmıştır.

Dünyada hidrokarbon yakıtlar rezerv bakımından çok geniş bir alana dağılmamışken; kaya gazı rezervleri hidrokarbon yakıtlara oranla daha geniş bir coğrafyaya dağıldığı görülebilmektedir. Bu göstergeler Çin gibi enerjide dışa bağımlı ülkeler için, enerji ithalatını azaltma açısından bir çözüm sunabilmektedir. 2013 yılında EIA (Energy Information Administration) ve ARI (Advanced Resources International)’nın ortaklaşa hazırlamış olduğu rapor, 41 ülkede 137 kaya gazı merkezini incelemiş ve bu değerlendirme neticesinde dünya kaya gazı rezerv miktarlarını belirlemiştir. Bu rapora göre kaya gazı rezerv miktarları bakımından ilk üç ülke Çin Halk Cumhuriyeti, Amerika Birleşik Devletleri ve Rusya Federasyonu’dur (U.S Energy Information Administration (EIA) and Advanced Resources International (ARI), 2013: 6).

² Henry Hub: ABD’de sıvılaştırılmış doğalgaz (LNG) piyasasının belirlendiği merkez olup burada hem finansal piyasa hem de fiyatlar belirlenmektedir. Daha fazla bilgi için bakınız: http://www.investopedia.com/terms/h/henry_hub.asp (20.03.2017)

İkinci büyük rezerv sahibi Amerika on yıllardır yaptığı yatırımlar sayesinde 2015 yılı itibariyle doğal gaz üretiminin %54'ünü kaya gazından karşılarken (U.S. Energy Information Administration (EIA), Aralık 2016: 17); Çin ise enerji ihtiyacının önemli bir kısmını kömürden karşılamakta ve termik santralleri yoğun olarak kullandığı için ciddi hava kirliliği sorununa neden olmaktadır. Bundan dolayı, Çin de Amerika gibi kaya gazına ciddi yatırımlar yapma stratejisini benimsemesi hem kendi enerji güvenliğini hem de iklim değişikliğiyle mücadele konusunda elini kuvvetlendirmesine katkı sağlayacaktır.

4. SONUÇ ve DEĞERLENDİRME

Sanayi Devrimi'nden bu yana süre gelen kalkınma ve refahın temel taşı olan enerji talebi devletler için yaşamsal bir konudur. Bugün, küresel enerji talebinin %85'i hidrokarbon yakıtlardan sağlanmaktadır. Fosil yakıtların Sanayi Devrimi'nden bu yana artarak kullanılması, dünyada sıcaklığın ilk kez 1,02°C'nin üzerinde seyretmesine neden oldu. Eğer süreç bu şekilde devam edecek olursa, sıcaklık 2°C'nin üzerine çıkacağından, bu oran kaçınılmaz şekilde dünyanın sonunu getirecektir. Bu konuda herhangi bir önlem alınmadıkça, birçok ada ülkesi suya gömülürken birçok hayvan türünün de nesli tükenecek ve bu iklim değişikliğinden en çok etkilenecek olan insanoğlu olacaktır. Bu olumsuz senaryoların önüne geçebilmek adına ozon tabakasının korunmasına yönelik iklim değişikliği çalışmaları ilk kez 1970'lerin ortalarında başlamış, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC), 1992 yılında bağlayıcı olmayan bir anlaşmayla iklim değişikliğiyle mücadele amaçlı küresel bir girişim olarak kabul edilmiştir. 2015 Paris Sözleşmesi'ne kadar alınan kararlarda iklim değişikliğine ilişkin ülkelere yaptırımcı bir hüküm uygulanmamıştır. 2015 Paris İklim Değişikliği Zirvesi'nin en önemli özelliği tüm ülkelerin karbon emisyonlarının azaltılmasına ilişkin bir yükümlülüğün altına girmiş olmaları ve sıcaklığın kritik eşik değeri olan 2°C'yi aşmaması için yaptırımlara maruz kalacak olmalarıdır.

2015 Paris Zirvesi'nde dolaylı olarak sera gazı salınımlarının azaltılması için nükleer enerji kullanımı imzacı devletler tarafından kabul edilmektedir. Uzmanlar, küresel elektrik talebinin 2020 yılına kadar iki katına çıkacağını öngördüğünden dolayı, nükleer enerji ülkelerin sürdürülebilir kalkınması ve emisyonlarının azaltılması hedeflerine ulaşmak için olmazsa olmaz tercihlerden biri olacaktır. Nükleer santraller düşük karbon emisyonlarına sahip olmakla beraber elektrik üretimi için daha az uranyum ile çok daha fazla enerji üretebilmektedir. Çin Halk Cumhuriyeti gibi enerji talebi fazla olan ülkeler hava kirliliğine sebep olan termik santraller yerine daha az emisyon oranına sahip nükleer enerji santral projelerine yönelmektedir. Böylelikle bu ülkeler hem enerji güvenliklerine hem enerji çeşitliliklerine hem de iklim değişikliğine olumlu

yönde katkı sağlamaktadır. Nükleer kazalardaki ölüm oranları ise fosil yakıtlardan kaynaklanan oranlara göre daha düşük olup yüksek teknoloji yeni nesil nükleer santraller kömür ve doğalgaz santrallerine göre daha güvenlidir. Nükleer kazalar genellikle insan temelli hatalar yüzünden meydana gelmektedir. Her ne kadar nükleer enerji bu konuda kötü bir sicile sahip olsa da olası nükleer kazaların tahrip edici etkilerinin kullanılan yüksek teknoloji sayesinde kısa sürede bertaraf edileceği düşünülmektedir. Örneğin, Fukuşima santralinde kullanılan teknoloji (3. nesil) dolayı olayın üzerinden altı sene geçmesine rağmen bölgedeki radyasyon seviyesi yaşanabilir değer kabul edilen 18 milisieverte düşmüş ve Kasım 2016 itibariyle bölgede uygulanan tahliye kararı tedrici olarak kaldırılmaya başlanmıştır (Aykanat, 2017). Yaşanan bu tarz kazalara rağmen; hükümetler enerji verimliliği, enerji arz güvenliği, düşük karbon salınımları ve kendi prestijleri için nükleer enerji kullanmayı tercih etmekte ve teknolojinin de nimetlerinden faydalanarak olası kaza risklerini en minimum seviyeye indirmeye çalışmaktadır.

Nükleer enerji düşük karbon salınımına karşı dört önemli sorunla baş etmektedir: maliyet, güvenlik, atık ve silahlanma. Bu nedenle nükleer enerji karşıtları, iklim değişikliğiyle mücadele politikası için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasını teşvik etmektedir. Diğer taraftan çevre eylemcileri çoğunlukla nükleer atık ve kazalar sebebiyle nükleer enerji kullanımına karşı çıkmaktadır. Atıkların toprak altında derin depolanmasına rağmen, tehlikeli radyoaktivitenin bir deprem sırasında yeryüzüne yayılabilmesi veya bir terör saldırısına maruz kalabilme olasılığı yüzünden insanlara ve çevreye karşı potansiyel bir tehdit oluşturmaktadır. Bu risklere karşı Almanya ve Japonya, Fukuşima sonrası kapattığı nükleer enerji santrallerinden doğan enerji açığını hidrokarbon enerji kaynaklarından telafi etmeye çalışırken Japonya kapattığı 17 nükleer santralini tekrar aktif hale getirme sürecini başlatmıştır. Bu durum da bize her türlü riske karşı nükleer enerjinin vazgeçilemez olduğunu kanıtlamaktadır. Oysaki nükleer enerjiye muhalif olanlar, sera gazı etkisini azaltmak için yenilenebilir enerji kaynaklarının tercih edilmesini ifade etmektedir. Çünkü bu santrallerin üretim maliyetleri daha ucuz olup inşa süreçleri nükleer enerji santrallerine oranla daha çabuk tamamlanabilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları emisyon salınımı olmayan çevreyle dost kaynaklar olsa da kullanım potansiyelleri coğrafi koşullara tabii olduğundan dolayı hâlâ yaygın bir şekilde kullanım imkânına sahip değildir. Buna ek olarak, yenilenebilir enerji santralleri uzun yıllar kullanılabilir olmasına rağmen; bu santrallerin yenilenmeleri, özellikle de fotovoltaik panellerin yenilenmesi, tekrar inşa edilmelerinden daha maliyetlidir.

Tüm bu gelişmeler ışığında, hiçbir enerji kaynağı tam anlamıyla doğa ile dost değildir. Başka bir deyişle hem hidrokarbon hem de alternatif enerji

kaynakları ülkelerin enerji taleplerini karşılamasına rağmen; bu enerji kaynakları iklim değişikliği ve dünyanın geleceği için dezavantajlara sahiptir. Burada yapılması gerekenler ise hükümetlerin, iklim değişikliğiyle mücadelede yaptırımcı önlemler alarak bu enerji politikalarını diğer hükümetlerle uyumlu hale getirmesidir. Uyumlu hale getirilen politikalar kısa, orta ve uzun vadeli dönemler için bir yol haritası sunmalı, gerektiğinde dönemin koşullarına ve teknolojik gelişmelere uyum sağlayacak şekilde gözden geçirilmelidir. Özellikle yeni nesil teknolojik nükleer santrallerin inşası ve bu santrallerin atık yakıt depolama alanlarına yönelik de devletlerin vergi teşviki ile yüksek maliyetlerin makul seviyelere çekilebilmesi sağlanmalıdır. Bunun yanında her hükümetin detaylı bir fizibilite çalışması gerçekleştirdikten sonra doğa olayları ve insan kaynaklı hatalar karşısında en az riske sahip alanlara nükleer enerji santrali kurulumuna izin vermesi gerekmektedir. Yalnızca Amerika Birleşik Devletleri gibi nükleer enerjiyi etkin kullanan gelişmiş ekonomilerin değil aynı zamanda Çin ve Hindistan gibi yükselen ekonomilere sahip ülkelerin de nükleer enerji güvenliğini sağlayacak yasa ve eylem planları hazırlayarak olası felaket risklerini en minimum seviye indirmek için politikalar geliştirmeleri yerinde olacaktır.

Yenilenebilir enerji kaynakları açısından ise öncelikle yapılması gereken her ülkenin kendi coğrafi yapısına uygun olan enerji haritasını çıkarması ve bu haritaya uygun olarak en az emisyonla en çok verimi alabileceği enerji kaynağına yönelmesi en akılcı politika uygulaması olacaktır. Bazı ülkeler coğrafi konumlarından dolayı bu kaynakları etkin kullanamama potansiyeline sahipken (Almanya gibi) teknolojik altyapılarına yaptıkları yatırımlar (fotovoltaik paneller gibi) sayesinde bu dezavantajlı durumlarını kendi lehlerine çevirerek hem iklim değişikliğine olumlu katkı sağlamış olmaktadır hem de enerji arz güvenliğini ön plana alarak bu teknolojik yatırımları diğer ülkelere ihraç ettikleri için de ülke ekonomilerine katkı sağlamaktadırlar.

Kaya gazı, hükümetler için hidrokarbon yakıtlara alternatif olarak sunulmasına ve yeni yeni enerji politikalarında yerini almaya başlamasına rağmen uzmanlar ve akademisyenler arasında hâlâ yaygın şekilde kullanılıp kullanılmayacağına yönelik ciddi endişelere yol açmaktadır. Kaya gazının başta Fransa, İngiltere, Almanya gibi Avrupa ülkeleri olmak üzere pek çok ülke tarafından konvansiyonel doğalgaz çeşidi olarak kabul edilmemesi, henüz erken bir teknolojik gelişme olması, çıkarımının zor ve çevreye olumsuz etkileri sebebiyle iklim değişikliğiyle mücadelede yakın ve orta gelecekte nükleer enerji ve yenilenebilir enerji kaynakları kadar yaygın bir kullanım alanına (Amerika Birleşik Devletleri gibi belli başlı ülkeler hariç) sahip olmayacağı rahatlıkla söylenebilir. Kaya gazı çıkarımı ve kullanımı bakımından en çok eleştirilen ve kaygı duyulan konu, şiddeti küçük de olsa ortaya çıkardığı yer sarsıntıları ile birlikte kullanılan çatlatma tekniğinden ötürü yeraltı sularının kirlenme riskidir.

Özellikle deprem kuşağı üzerinde bulunan ülkeler jeotermal enerji ve yeraltı suları bakımından zengin oldukları için kaya gazı rezervlerine sahip olsalar da yukarıda belirtilen sebeplerden ötürü kaya gazı kamuoyunda pek kabul görmemektedir. Bilinenin aksine kaya gazı konvansiyonel doğalgazın sondajı ve çıkarımından daha fazla CO₂ salınımı yaptığına bilimsel çalışmalarda rastlanmış olduğu³ için iklim değişikliğine ilişkin yönetilen politikalarda kaya gazının ne derecede katkı sağlayacağı da tartışılmaktadır. Bu noktada kesin olarak ifade edilecek olan husus, kaya gazının konvansiyonel doğalgaz ve petrole alternatif olacağıdır. Tüm olumsuz yönlerine rağmen, doğalgaz açısından fakir; ancak kaya gazı bakımından potansiyel rezervlere sahip gelişmekte olan ülkelerin doğalgaz ithalatını azaltmaları ve kendi enerji güvenliklerini sağlamaları açısından değerlendirilmesi gereken bir seçenek olacağı şüphe götürmez gerçektir. Diğer bir taraftan kırılma işlemlerinin çok maliyetli olması ve yeraltında yarattığı etkiler sebebiyle Macaristan ve Polonya’da çalışmalar durdurulurken; İngiltere ve Romanya’da çalışmalar devam etmekte, Fransa ve Bulgaristan’da kırma yöntemi yasaklanırken Almanya ile birlikte birkaç Avrupa ülkesi bekle-gör politikası uygulamaktadır. Amerika Birleşik Devletleri otuz yıldan fazladır yapmış olduğu altyapı yatırımları ve teknik çalışmalar sayesinde kaya gazı kullanarak şu an CO₂ salınımını azaltmayı başarmış tek ülke konumundadır. Bu örnek Çin Halk Cumhuriyeti ve Japonya gibi ülkelerinin iştahını kabartmakta onlar da kaya gazı kullanımına yatırım yaparak hem kendi enerji arz güvenlikleri için hem de iklim değişikliğiyle mücadelede önümüzdeki on beş yıllık süreçte stratejik planları içine dahil etmişlerdir. Ancak uluslararası doğalgaz piyasasındaki fiyatlandırmalar, Avrupa Birliği ülkelerinin ortak bir kaya gazı politikası geliştirememiş olması, çıkarım ve sondaj maliyetlerinin yüksek olması, Rusya’ya uygulanmakta olan ekonomik yaptırımlar, özellikle Ortadoğu’da devam eden çatışmalar, Trump yönetimi ve İran arasındaki restleşmeler, kaya gazına yöneltilen olumsuz eleştiriler ve bölge insanların tepkisi kaya gazının geleceğini belirleyecek olan önemli konu başlıklarıdır.

Son olarak, sera gazı ve karbon emisyonlarının azaltılması için yalnızca tek tip bir enerji kaynağına yönelik strateji geliştirmek hem enerji güvenliği hem de enerji verimliliği açısından kabul edilebilecek bir politika uygulaması değildir. Bundan dolayı hem nükleer hem de yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıt kullanımını azaltarak birbiriyle uyumlu hale getirilen eş güdümlü “melez (hybrid)” bir politika geliştirilmelidir. Burada önemli olan, hükümetlerin karbon emisyonlarını azaltması için daha uygun, daha ekonomik ve daha güvenilir olabilecek bir fayda-maliyet analizi yaparak en verimli en doğa dostu olan enerji kaynaklarına teknolojik yatırım yapmalarıdır. Ancak günümüzde genellikle bu

³ Daha fazla bilgi için: Cathles, L.M., Brown, L., Taam, M. et al., 2012: 525.

eş güdümlü politika geliştirme stratejilerini gelişmiş ülkeler 2011 yılında gerçekleşen Fukuşima nükleer kazasından sonra, kendi ajandalarına almak zorunda kaldılar ve bu yönde melez bir enerji stratejisi geliştirme yoluna gittikleri görülmektedir. Diğer taraftan gelişen ekonomilerin (Çin ve Hindistan gibi) şu an için önceliklerinin yenilenebilir enerjiden daha çok nükleer enerji yatırımlarının ön planda olduğu anlaşılmaktadır.

Ülkelerin şu an ki iklim değişikliğine yönelik enerji politikalarının özeti, az bir uranyum ile kömür ve doğalgaz santrallerinden elde edilen verimin katbekat fazlasını elde eden nükleer enerji santralleri ile coğrafi özellikleri elverişli olan ülkelerin kullanımına hız verdiği rüzgâr ve güneş enerjisi arasındaki rekabettir. Günümüzde bu rekabet tüm olumsuzluklarına rağmen iklim değişikliğine katkıda nükleer enerjinin lehine olmakla birlikte gelecekte ülkelerin melez enerji politikalarına yönelmesiyle ibrenin yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru kayacağı rahatlıkla söylenebilir.

KAYNAKÇA

Ahışhalı, Murat Alp (Temmuz-Aralık 2013), “Kaya Gazı: Dünya Enerji Düzenine Etkileri ve Türkiye Potansiyeli”, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3: 12-34.

Altın, Vural (Aralık 2007), “4. Nesil Nükleer Santraller”, TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, http://bilimteknik.tubitak.gov.tr/system/files/4_nesil_nukleer.pdf (18.03.2017).

American Nuclear Society (2000), “Nuclear Power: A Sustainable Sources of Energy”, LaGrange Park, (Illinois).

Atakan, Yüksel (2016), “Elektrik Enerjisi Üretiminde Yenilenebilir Enerjiler ve Nükleer Enerjiyle İlgili Gerçek Durum Nedir?”, <http://enerjienstitusu.com/2016/02/04/elektrik-enerjisi-uretiminde-yenilenebilir-enerjiler-ve-nukleer-enerjiyle-iligili-gercek-durum-nedir/> (18.03.2017).

Aykanat, Aydoğan (2017), “WebTekno-2011’de Nükleer Felaket İle Harap Olan Fukuşima, Artık Yaşanabilir Bir Yer Haline Geldi!”, <http://www.webtekno.com/2011-de-nukleer-felaket-ile-harap-olan-fukushima-artik-yasanabilir-bir-yer-haline-geldi-h26478.html> (22.03.2017).

BBC Science and Environment (2015), “Warming set to breach 1°C threshold”, <http://www.bbc.com/news/science-environment-34763036> (16.05.2016).

Bows, Alice and Kevin Anderson (2011), “Beyond ‘Dangerous’ Climate Change: Emission Scenarios for a New World”, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, (369): 20-44.

Böddeker, Karl W. and Ulrich Schindewolf (2010), “Renewable Resources”, *Desalination and Water Treatment*, 13 (1-3): 1-12.

Bundesamt für Strahlenschutz (2017), “How many wastes have yet to be returned from reprocessing?”, <http://www.bfs.de/SharedDocs/FAQs/BfS/EN/nwm/reprocessing/how-many-will-come.html> (18.03.2017).

Brook, Barry W., Agustin Alonso, Daniel A.Meneley, Jozef Misak, Tom Blee and Jan B. Van Erp (2014), “Why Nuclear Energy is Sustainable and has to be part of the Energy Mix”, *Sustainable Material and Technologies*, (1-2): 8-16.

Cathles, L.M., L. Brown, M. Taam et al. (2012), “A Commentary on ‘The Greenhouse-gas Footprint of Natural Gas in Shale Formations’”, *Climatic Change*, 113 (2): 525-535.

Cléménçon, Raymond (2016), “The Two Sides of the Paris Climate Agreement: Dismal Failure or Historic Breakthrough?”, *Journal of Environment and Development*, 25 (1): 3-24.

Demircan, Pınar (2016), “2016 Dünya Nükleer Enerji Raporu’ndan alıntılarla: ‘Nükleer, neden yenilenebilir enerji değildir?’”, <https://yesilgazete.org/blog/2016/10/17/2016-dunya-nukleer-enerji-raporundan-alintilarla-nukleer-neden-yenilenebilir-enerji-degildir/> (19.03.2017).

Department of Energy and Climate Change and Prime Minister’s Office (2013), Initial agreement reached on new nuclear power station at Hinkley”, <https://www.gov.uk/government/news/initial-agreement-reached-on-new-nuclear-power-station-at-hinkley> (15.05.2016).

Department of Trade and Industry (2007), “Meeting the Energy Challenge: A White Paper on Energy Climate Change”, <http://www.ccsassociation.org/docs/2007/White%20Paper.pdf> (16.05.2016).

Doyle, Julie (2011), “Acclimating Nuclear? Climate Change, Nuclear Power and the Reframing of Reframing of Risk in the UK News Media”, *The International Communication Gazette*, 73 (1-2): 107-125.

Energies-Renouvelables (2014), “Photovoltaic Barometer”, http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/stat_baro/observ/baro-jdp11_en.pdf (21.05.2016).

Euronews (2015), “Green house gasses explained”, <http://www.euronews.com/2015/06/26/green-house-gasses-explained/> (16.06.2016).

European Environment Agency (2015), “Trends and Projections in Europe 2015: Tracking Progress Progress towards Europe’s Climate and Energy”, (Luxembourg).

Eurostat (2017), “Renewable Energy Statistics”, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics (20.03.2017).

Fetter, Steve (2016), “How long will the world's uranium supplies last?”, <https://www.scientificamerican.com/article/how-long-will-global-uranium-deposits-last/> (17.03.2017).

Forbes (2015), “Paris COP21 the Urgent Need for more Nuclear Energy”, <http://www.forbes.com/sites/jamesconca/2015/12/15/paris-cop21-and-the-urgent-need-for-more-nuclear-energy/#39c0e40e4952> (11.05.2016).

Glass, Kate (2011), “Shale Gas and Oil Terminology Explained: Technology, Inputs and Operations”, http://eesi.org/files/fracking_technology_120111.pdf (20.03.2017).

Goldenberg, Suzanne (2014), “Secret Talks and a Personal Letter: How the US China Climate Deal was done”, <http://www.theguardian.com/environment/2014/nov/12/how-us-china-climate-deal-was-done-secret-talks-personal-letter> (01.05.2016).

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2011), “IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation”, <http://www.unclearn.org/sites/default/files/inventory/ipcc15.pdf> (21.05.2016).

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2015), “Consider Nuclear Energy on Paris in Climate Change Mitigation: IAEA at COP21”, <https://www.iaea.org/newscenter/news/consider-nuclear-energy-par-climate-change-mitigation-iaea-cop21> (10.05.2016).

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2016), “Climate Change and Nuclear Power 2016”, (Vienna: IAEA).

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2017a), “Operational & Long-Term Shutdown Reactors”, <https://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx> (11.02.2017).

International Atomic Energy Agency (IAEA) (2017b), “Under Construction Reactors”,

<https://www.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalReactorsByCountry.aspx> (11.02.2017).

Investopedia (2017), “Henry Hub”, http://www.investopedia.com/terms/h/henry_hub.asp (20.03.2017).

K. Bickerstaff, I. Lorenzoni, N.F. Pidgeon, W. Poortinga and P. Simmons (2008), “Reframing Nuclear Power in the UK Energy Debate: Nuclear Power, Climate Change Mitigation and Radioactive Waste”, *Public Understanding of Science*, 17 (2): 145-169.

Kadir, Temurçin ve Alparslan Alişaoğlu (2013), “Nükleer Enerji ve Tartışmalar Işığında Türkiye’de Nükleer Enerji Gerçeği”, *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1 (2): 25-39.

Kessides, Ioannis N. (August 2010), “Nuclear Power and Sustainable Energy Policy: Promises and Perils”, *The World Bank Research Observer*, 1 (1): 323-362.

Marcus, Gail (2005), “Energy by the Numbers: A Comparison of Energy Sources”, <http://nukepowertalk.blogspot.com.tr/2015/10/energy-by-numbers.html> (21.05.2016).

Ministry of Finance, Climate Change Finance Unit, Government of India (2015), “Climate Change Finance, Analysis of a Recent OECD Report: Some Credible Facts Needed”, http://dea.gov.in/sites/default/files/ClimateChangeOEFDRReport_0.pdf (23.05.2016).

Morland, Martin (2001), “Nuclear Energy and Climate Change”, *International Relations*, 15 (4): 53-64.

Muradov, Elman (2012), “Almanya’nın Nükleer Enerji Politikasını Etkileyen Faktörler”, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Hakemli Dergisi*, 10 (38): 105-111.

Nei.org (2015), “Pro-Nuclear Voices Raised at Paris Climate Talks”, <http://www.nei.org/News-Media/News/News-Archives/Pro-Nuclear-Voices-Raised-at-Paris-Climate-Talks> (10.05.2016).

NTV (2016), “Almanya Nükleer Santralleri Kapatıyor”, http://www.ntv.com.tr/dunya/almanya-nukleer-santralleri-kapatiyor,uj8cRRKTJUW7CEPWxrfIDQ?_ref=infinite (20.03.2017).

Nuclear Energy Agency (NEA) (2016), “Uranium 2016: Resources, Production and Demand”, <https://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2016/7301-uranium-2016.pdf> (19.03.2017).

Nuclear Engineering International (2016), “More delays for China's first AP1000”, <http://www.neimagazine.com/news/newsmore-delays-for-chinas-first-ap1000-4836943> (18.03.2017).

Nükleer Akademi (2016), “Dünya’da nükleer enerjinin durumu nedir?”, <http://nukleerakademi.org/dunyada-nukleer-enerjinin-durumu-nedir/> (20.03.2017).

OECD (2015), “Climate Change COP 21”, <https://www.oecd-nea.org/ndd/climate-change/cop21/cop21-2015-event.html> (09.05.2016).

Özen, Cem ve Emre İşeri (Ekim 2012), “Türkiye’de Sürdürülebilir Enerji Politikaları Kapsamında Nükleer Enerjinin Konumu”, İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 47: 161-180.

Paillore, Henri and Jan Horst Keppler (2015), “Nuclear Energy: Combating Climate Change”, <https://www.oecd-nea.org/ndd/climate-change/cop21/presentations/keppler-paillore.pdf> (05.05.2016).

Pala, Cenk (2016), “Nükleer Enerjide Toryum’lu Öneriler: 21. Yüzyılda Kaderimiz Değişecek mi”, <https://tr.linkedin.com/pulse/n%C3%BCKleer-enerjide-toryumlu-%C3%B6neriler-21-y%C3%BCzy%C4%B1lda-kaderimiz-pala> (18.03.2017).

Pampel, Fred C. (2011), “Support for Nuclear Energy in the Context of Climate Change: Evidence From the European Union”, *Organization and Environment*, 24 (3): 24-68.

People, Columba (2014), “New Nuclear, New Security? Framing Security in The Policy Case for New Nuclear Power in the United Kingdom”, *Security Dialogue*, 45 (2-13): 156-173.

Ratner, Michael and Mary Tiemann (2015), “An Overview of Unconventional Oil and Natural Gas: Resources and Federal Action”, <https://fas.org/sgp/crs/misc/R43148.pdf> (20.03.2017).

Rauhut, Kathryn and Decker Debra (2016), “Nuclear Energy: Securing The Future, A Case for Voluntary Consensus Standards” (Washington D.C: Stimson).

Schneider, Mycle and Antony Froggatt, (2011), “Global Status of the Nuclear Industry and Its Opportunities for Expansions”, *The International Spectator*, 46 (3): 41-59.

Sorensen, Sarah (2009), “The Rules of Footprinting”, Sarah Sorensen, The Sustainable Network: The Accidental Answer for a Troubled Planet (USA: O’Reilly Media): 67.

Şimşek, Cem (2017), “2016’da Avrupa’da kurulan santrallerin %86’sı yenilenebilir enerji kullanıyor”,<http://enerjienstitusu.com/2017/02/10/2016da-avrupada-kurulan-santrallerin-%86si-yenilenebilir-enerji-kullaniyor/> (20.03.2017).

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014), “Climate Change 2014 Synthesis Report” (Geneva: IPCC).

The Republic of Turkey Ministry of Environment and Urbanization (2016), “Climate Change Department”, <http://iklim.cob.gov.tr/iklim/AnaSayfa/montrealptotokolu.aspx?sflang=en#> (15.04.2016).

The National Conference of State Legislatures (2010), “Meeting the Energy Challenges of the Future a Guide for Policymakers”, Washington.

The Union of Concerned Scientists (2013), “Shale Gas and Other Unconventional Sources of Natural Gas”, <http://www.ucsusa.org/clean-energy/coal-and-other-fossil-fuels/shale-gas-unconventional-sources-natural-gas#references> (22.03.2017).

Turkish Yatırım (2011), “Kaya Gazı”, <http://turkborsa.net/belgeler/raporlar/ozelarastirmakayagazi.pdf> (21.03.2017).

U.S Energy Information Administration (2017), “Natural Gas Spot and Futures Prices (NYMEX)”, https://eia.gov/dnav/ng/ng_pri_fut_s1_d.htm (22.03.2017).

U.S. Energy Information Administration (EIA) and Advanced Resources International (ARI) (2013), “World Shale Gas and Shale Oil Resource Assessment” (Arlington: U.S. Energy Information Administration).

U.S. Energy Information Administration (EIA) (December 2016), “U.S. Crude Oil and Natural Gas Proved Reserves, Year-end 2015” (Washington, DC: U.S. Department of Energy).

U.S. Energy Information Administration (EIA) (2016), “Short-Term Energy Outlook (STEO)”, http://eia.gov/forecasts/steo/pdf/steo_full.pdf (16.04.2016).

U.S. Nuclear Regulatory Commission (2002), “Radioactive Waste: Production, Storage, Disposal” (Washington D.C.: Office of Public Affairs).

United Nations Environment Programme (UNEP) Ozone Secretariat (2015), “The Montreal Protocol Substances that Deplete the Ozone Layer”,

<http://ozone.unep.org/en/treaties-and-decisions/montreal-protocol-substances-deplete-ozone-layer> (16.04.2016).

United Nations Environment Programme (UNEP) (2015), “Ozone Secretariat-Handbook for the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer”, <http://ozone.unep.org/en/handbook-vienna-convention-protection-ozone-layer/2208> (15.04.2016).

United Nations Environment Programme (2000), “The Montreal Protocol on Substances”, <http://ozone.unep.org/pdfs/Montreal-Protocol2000.pdf> (17.04.2016).

United Nations (1992), “United Nations Framework Convention on Climate Change”, http://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf (17.04.2016).

United Nations (1998), “Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change”, <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> (16.04.2016).

United Nations (2015), “Paris Agreement English”, http://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_english_.pdf (30.04.2016).

United Nations (2015), “UN chief hails new climate change agreement as ‘monumental triumph’”, <http://un.org/sustainabledevelopment/blog/2015/12/un-chief-hails-new-climate-change-agreement-as-monumental-triumph/> (08.03.2017).

United Nations (2016), “United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)” Report of the Conference of the Parties on its 21st Session, <http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/10a01.pdf> (30.04.2016).

United Nations (2016), “United Nations Treaty Collection”, https://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-7-a&chapter=27&lang=en#1 (17.04.2016).

WindEurope (February 2017), “Wind generates enough to cover Denmark’s entire power demand on Wednesday”, <https://windeurope.org/newsroom/news/wind-generates-enough-to-cover-denmarks-entire-power-demand-on-wednesday/> (20.03.2017).

World Nuclear Association (2017), “Emerging Nuclear Energy Countries”, <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/emerging-nuclear-energy-countries.aspx> (11.02.2017).

Yıldız, Dursun (2013), “Türkiye’nin Yeni Umudu Kaya Gazı Mı?”, Ulusal Sanayici ve İş Adamları Derneği (USİAD), 14 (61): 1-42.