

Enerji, Çevre ve Sera Gazları

Selahattin ERDOĞAN

*Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji İşleri Enerji Genel Müdürlüğü,
selahattin.e@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-7005-8051*

Öz

İnsanoğlunun temel ihtiyaçlarından biri olan enerjiye talep, nüfus artışı, kentleşme ve teknolojik gelişme ile birlikte artmaktadır. Enerji insanoğlu için vazgeçilmezler arasında yer alırken, enerjinin çevre üzerindeki olumsuz etkileri ayrı bir gerçektir. İnsanoğlu bir yandan enerjiden istifade ederken diğer yandan enerjinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini, havaya salınan sera gazlarını azaltmaya çalışmaktadır. Bu çalışmaya temel oluşturmak üzere konu ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir. Bu çalışmada küresel çapta sera gazlarının yarım yüzyıllık gelişimi ele alınmıştır. Enerji kaynaklarının sera gazı salınımları kaynak bazında ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir. Sera gazı salınımlarının azaltılması için uluslararası alanda yapılan çalışmalar ve bu kapsamda Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ile Kyoto Protokolü çalışmaları incelenmiştir. Çalışmanın sonuç bölümünde enerji kaynaklı sera gazları salınımlarının azaltılması için öneriler getirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Çevre, Sera Gazları, İklim Değişikliği, Küresel Isınma

JEL Sınıflandırma Kodları: Q20,30,40,50

Energy, Environment and Greenhouse Gas¹

Abstract

Energy demand, which is one of the most basic needs of human beings, has increased with technological development, urbanization and population growth. While energy is indispensable for human beings, its negative impacts on the environment are another fact. While human beings benefit from energy, they have been trying to reduce its negative environmental impacts and greenhouse gases released into the air. In order to form a basis for this study, studies on the subject were examined. This is the basis of this study, where half a century development of greenhouse gases on a global scale is discussed. Greenhouse gas emissions of energy sources were evaluated in detail on resource basis. International studies to reduce greenhouse gas emissions and the United Nations Framework Convention on Climate Change and Kyoto Protocol studies were examined. In the conclusion section of the study, recommendations were made to reduce greenhouse gas emissions caused by energy.

Key Words: Energy, Environment, Greenhouse Gas, Climate Change, Global Warming

JEL Classification Codes: Q20,30,40,50

¹ Extended abstract is presented at the end of the article.

Geliş Tarihi (Received): 05.01.2020 – Kabul Edilme Tarihi (Accepted): 12.05.2020

Atıfta bulunmak için/Cite this paper:

Erdoğan, S. (2020) Enerji, çevre ve sera gazları. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10 (1), 277-303. Doi: 10.18074/ckuiibfd.670673.

1.Giriş

Enerji, insanın temel ihtiyaçlarının karşılanması ve yaşam standardının yükseltilmesi için vazgeçilmezdir. Ekonomik ve sosyal gelişmenin temel faktörlerden biri olan enerji, ülkelerin ulusal ve uluslararası politikalarının oluşturulmasında en önemli faktörler arasında yer alır. Devletler sürdürülebilir bir gelecek için güvenilir enerji kaynaklarına ihtiyaç duyarlar. Güvenilir enerji kaynaklarına kavuşmak için politika geliştirirler. Enerji, insanlığın ve ülkelerin geleceğini ve güvenliğini etkileyen, yönlendiren ana faktörlerden biridir. Günümüzde küresel alanda yaşanan krizlerin en önemli nedenlerinden biri enerji kaynaklarıdır. Enerji, önemi nedeniyle kamuoyunun gündeminden düşmemektedir. Petrol, doğal gaz, kömür, nükleer, odun, rüzgâr, güneş, akarsu, jeotermal, biyokütle gibi kaynaklarının dönüşmemiş orijinal hali birincil enerji kaynaklarını oluşturmaktadır. Birincil enerji kaynaklarının dönüştürülmesi ile ikincil enerji oluşturulmaktadır. En çok kullanılan ikincil enerji türü elektrik enerjisi ve ısı enerjisidir. Enerji; enerji kaynaklarının üretimi, taşınması, ticareti, dönüşümü, iletimi, dağıtımı, tüketimi, güvenliği ve bunlara ilişkin bilgi sistemleri ile ilgilidir. Enerji, insanlık için vazgeçilmez olmakla birlikte diğer taraftan insanlığı olumsuz yönde etkileyen bir boyutu da bulunmaktadır. Enerji; üretim, taşıma, çevirim, iletim ve tüketim aşamalarında hava, toprak, su ve tüm çevre üzerinde olumsuz etkiler bırakmaktadır. Fosil enerji kaynaklarının yanması sonucu ortaya çıkan gazların neden olduğu sera etkisi küresel ısınmaya ve iklim değişimlerine neden olmaktadır. İklim değişiklikleri ise yeryüzünde canlı hayatını telafisi olmayacak şekilde etkileyebilecektir. Enerji kaynaklarının olumsuz etkileri fosil enerji kaynakları için daha fazla olmakla birlikte tüm enerji kaynaklarının çevre üzerinde belirli miktarda olumsuz etkileri bulunmaktadır. Bilim insanları ve hükümetler, özellikle fosil enerji kaynaklarının çevre üzerindeki etkilerini canlı hayatı için tehlikeli olmayacak sınırlar içerisinde tutabilecek bilimsel çalışma ve uygulamalar gerçekleştirebilecekler midir? Bunun için neler yapılabilir? Bu çalışmada bu konular değerlendirilecektir.

2.Enerji Kaynakları

Enerji, maddelerin yapısında var olan ve çeşitli şekillerde açığa çıkan güç olarak tanımlanmaktadır (Arnold, 2013, s. 9). İnsanoğlu, varoluşu ile birlikte enerji kaynaklarından faydalanmaya başlamıştır. Sanayi Devrimi ile birlikte enerjiye olan ihtiyaç hızlı bir şekilde artmış ve bu artış günümüzde de devam etmektedir. Nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme, teknolojik gelişim ve refah düzeyinin yükselmesi gibi faktörler enerjiye olan talebi artırmaktadır. Enerji tüketiminin artışı ile birlikte enerjinin çevre üzerindeki olumsuz etkileri de artmaktadır. Petrol, doğal gaz ve kömür gibi tükenbilir ve yenilenemez olan fosil enerji kaynakları kullanıldıklarında yenilenebilir enerji kaynaklarına göre ortama daha fazla kirletici unsur ve sera gazı bırakmaktadır. Fosil kaynaklar, bol bulunması, taşınabilir olması, ticaretinin kolay yapılabilmesi, ekonomik ve sürekli olması

nedeniyle dünyanın enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü karşılamakta ve uzun yıllar karşılamaya devam etmesi beklenmektedir.

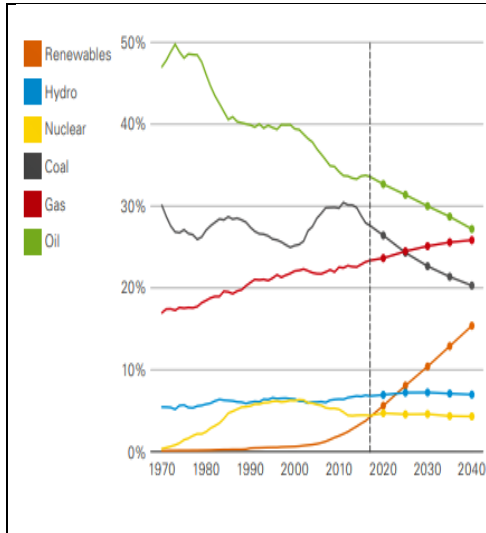
Fosil enerji kaynaklarının üretimi, çevirimi ve tüketimi sürecinde ortaya çıkan gaz ve diğer atıkların çevresel kirlilik oluşturması ve özellikle salınan gazların neden olduğu sera etkisinin küresel ısınmaya ve iklim değişimlerine neden olması, çevreyle uyumlu alternatif enerji kaynaklarının kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Güneş, rüzgâr, hidrolik, jeotermal, biyokütle, biyogaz ve dalga enerjisi gibi sürekli ve tekrar tekrar kullanılabilen, kullanıldıkça tükenmeyen yenilenebilir enerji kaynaklarına ilgi son yıllarda önemli ölçüde artmıştır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının çevreye daha az zarar vermeleri, sera gazı üretmemeleri, yerli kaynak olmaları, tercih edilen bir kaynak olmasını sağlamaktadır (Erdoğan, 2016, s. 66). Ancak güneş dışında yenilenebilir kaynakların potansiyelinin sınırlı olması, güneş ve rüzgârın devamlılığının olmaması dezavantajları olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının çevre üzerinde az da olsa negatif etkileri bulunmaktadır. Nükleer enerji, özellikle sera gazları bakımından fosil kaynaklara göre daha temiz kaynak olarak değerlendirilmektedir. Nükleer enerji kaynaklarının sera gazı etkisinin olmaması bir avantaj olmakla birlikte nükleer kaza riski ve nükleer atıklar çevre için büyük bir potansiyel tehdit oluşturmaktadır.

3.Enerji Arzı

3.1.Dünya’da Enerji Arzı

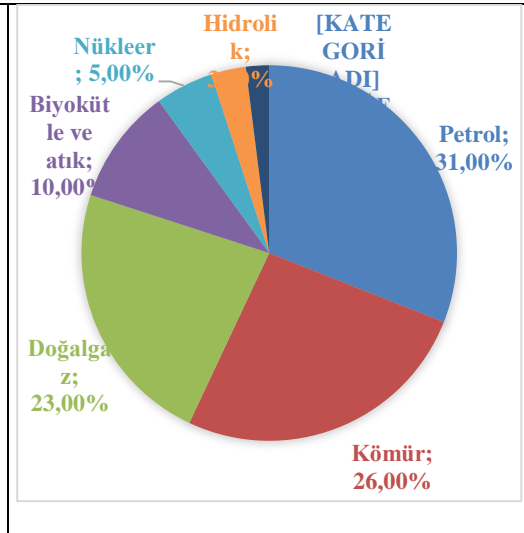
İnsanoğlu, teknolojik gelişim ve refah düzeyinin artışı ile birlikte enerji kaynaklarından her geçen gün daha fazla yararlanmaya devam etmektedir. Kullanılan enerji kaynaklarının türü ve miktarı günün ekonomik, teknik, doğal, siyasi ve çevresel koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Fosil yakıtlar tükenebilir olmakla birlikte, dünyanın uzun yıllar ihtiyacını karşılayabilecek rezervleri bulunmaktadır. Dünya enerji tüketiminde ilk üç sırayı petrol, doğal gaz ve kömür gibi fosil yakıtlar almaktadır. Fosil yakıtlar, uzun yıllardan beri dünya enerji tüketiminin %80’den fazlasını karşılamaktadır (Şekil 1). 2018 yılı dünya enerji arzı içinde fosil yakıtlar, petrol (%31), kömür (%26) ve doğal gaz (%23) ilk üç sırayı almış, yenilenebilir enerji (%15) ve nükleer enerji ise (%5) daha düşük paya sahip olmuştur (Şekil 2). 2018 yılında birincil enerji arzında kömür, G.Afrika (%71), Çin (%58), Hindistan (%56) ve Kazakistan’da (%53) birinci sırada yer almıştır (Kömür Talebi Arttı, Ancak Zirvenin Altında Kaldı, 2018). Çin, dünya kömür üretimi ve tüketiminin yaklaşık yarısını gerçekleştirmektedir. Geleceğe yönelik yapılan projeksiyonlarda yenilenebilir kaynakların geliştirilmesinde önemli ilerlemeler sağlanacak olmakla birlikte enerjide ana payın kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlarda kalmaya devam edeceği öngörülmektedir.

Dünya enerji tüketiminde ABD uzun yıllar ilk sırada yer almakla birlikte Çin son yıllardaki kalkınma hamlesi ile birlikte enerji tüketiminde ilk sıraya yerleşmiştir. 2018 yılı dünya enerji tüketiminde Çin (%23,6) birinci, ABD (% 16,6) ikinci, Hindistan (%5,8) üçüncü sırada yer almıştır (Şekil 3). 2017 yılında sektör bazında enerji tüketimi %45 endüstri, %29 binalarda, %20 ulaşım ve %6 diğer alanlarda gerçekleşmiştir (BP, World Energy Outlook, 2018, s. 120). Yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretiminde 1990 yılından sonra önemli ilerlemeler sağlanmıştır. Yenilenebilir kaynaklarda sağlanan hızlı gelişmelere rağmen dünya elektrik enerjisi arzında fosil yakıtlar (%64) en büyük paya sahiptir. Dünya elektrik enerjisi arzında 2018 yılında kömür %38, doğal gaz %23, yenilenebilir %24, nükleer %10 paya sahip olmuştur (Şekil 4). Dünya enerji tüketiminin yaklaşık üçte birini elektrik enerjisi oluşturmaktadır. Elektrik enerjisi tüketiminde G.Afrika, Avustralya, ABD, Çin, Hindistan, Polonya, Kazakistan, Almanya ve Yunanistan gibi bazı ülkelerde ana enerji kaynağı kömürdür. Fransa, Belçika, Slovakya, Ukrayna, İsveç, İsviçre, Çek Cumhuriyeti gibi ülkelerin elektrik enerjisi talebi büyük oranda nükleer enerjiden karşılanmaktadır. Nükleer enerji, Avrupa Birliği'nin (AB) elektrik enerjisi ihtiyacının dörtte birini karşılamaktadır. Latin Amerika'da hidrolik kaynaklı elektrik tüketimi ağırlıklı olup Norveç, Brezilya, İsveç, Venezuela ve Kanada'nın elektrik enerjisi arzı büyük oranda hidrolik kaynaklara dayanmaktadır (Enerji Raporu 2013; Erdoğan, 2016).



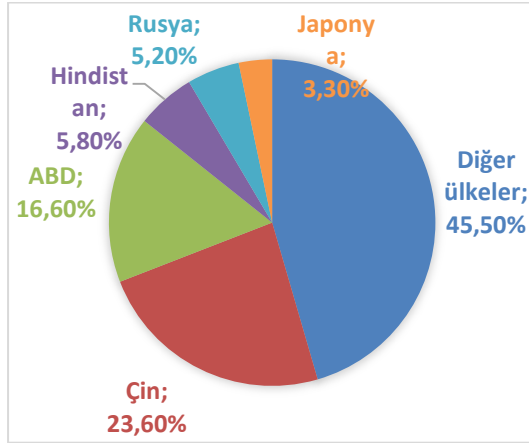
Şekil 1: Dünya Birincil Enerji Arzı Kaynak Payları Gelişimi.

Kaynak: IEA, Küresel Energy and CO₂ Status Report, 2018.



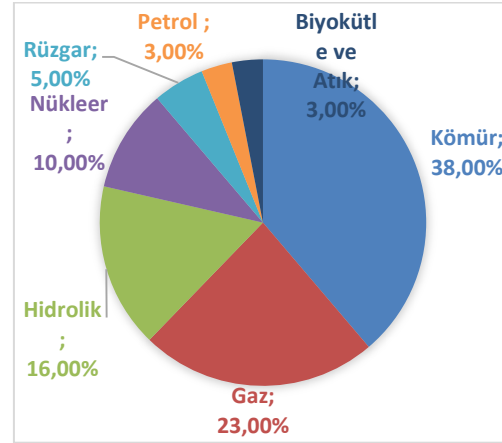
Şekil 2: Dünya Birincil Enerji Arzı 2018 Yılı Kaynak Payları.

Kaynak: BP World Energy Outlook 2019, s. 79.



Şekil 3: Dünya Enerji Arzı 2018 Yılı Ülke Payları

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy 2019.



Şekil 4: Dünya Elektrik Enerjisi Arzı 2018 Yılı Kaynak Payları.

Kaynak: IEA, Küresel Energy and CO₂ Status Report, 2018.

3.2. Türkiye'de Enerji Arzı

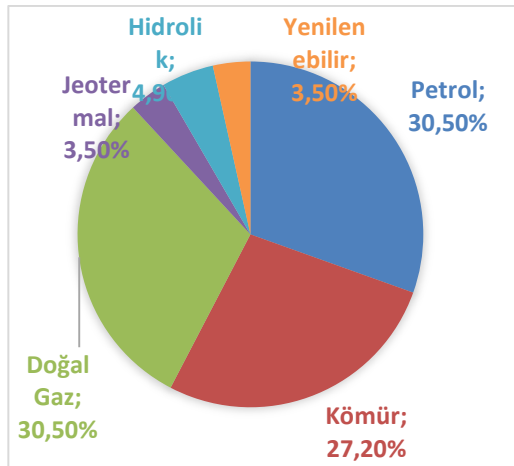
Türkiye, fosil enerji kaynağı olarak petrol ve doğal gaz yönünden yetersiz, kömür yönünden ise zengin kaynaklara sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynakları yönünden uygun bir coğrafi konuma ve iyi bir potansiyele sahip olmakla birlikte genel olarak enerji kaynakları yönünden kendine yeterli olmayıp, enerjide dışa bağımlı bir ülkedir (Erdoğan, 2016, s. 36). Türkiye, tükettiği doğal gazın %99'u, petrolün %92'si ve taşkömürünün %98,4'ü olmak üzere toplamda fosil enerji kaynaklarının %85,6'sını ithal etmektedir (EÜAŞ, 2018 yılı Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu, s. 15). Türkiye'nin en önemli enerji kaynaklarından biri kömürdür. Türkiye'de üretilen kömürün kalori değerinin düşük, üretim maliyetinin yüksek olması nedeniyle 1980'li yılların başından itibaren kömür ithal edilmeye başlanmış ve ithalat miktarı 2018 yılında yerli üretimin yaklaşık yarısı olan 39 milyon tona ulaşmıştır (TKİ, 2018 Kömür (Linyit) Sektör Raporu).

Nükleer enerji, Türkiye'nin enerji arzı içinde yer almamaktadır. Mersin Akkuyu Nükleer Güç Santralini Tesisine ve İşletilmesine Dair İşbirliği Anlaşması Türkiye ile Rusya devletleri arasında 12 Mayıs 2010 tarihinde imzalanmıştır (ETKB, Nükleer Enerji, t.y). Bu anlaşma ile Türkiye'nin ilk nükleer santralini yapımına başlanmıştır. Santralin ilk ünitesinin 2023 yılında işletmeye alınacağı yetkililerce ifade edilmiştir. İkinci nükleer santralin Sinop'ta kurulması için çalışmalar yapılmıştır. Sinop'ta nükleer santralin yapılması için 3 Mayıs 2013 tarihinde Japonya ile Türkiye Cumhuriyeti devletleri arasında bir anlaşma yapılmıştır. Ancak 27 Haziran 2019 tarihinde Japonya'da gerçekleştirilen G20 Zirvesinde Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanı Erdoğan bu projenin ekonomik olmaması nedeniyle iletmediğini (CNN TÜRK, Cumhurbaşkanı Erdoğan Japon

Gazetesi Nikkei'ye Konuştu, 2019) ifade etmiştir. Türkiye, su kaynakları yönünden zengin bir ülke değildir. Türkiye'nin 2018 yılı hidrolik enerji kurulu gücü 28.351 MW'dır. Türkiye'nin henüz faydalanamadığı önemli miktarda hidrolik enerji potansiyeli bulunmaktadır. Türkiye, rüzgâr enerji potansiyeli yüksek bir ülkedir. Türkiye'nin rüzgâr enerjisi kurulu gücü 2008 yılında 100 MW'ın altında iken hızlı bir gelişme göstererek 2019 yılında 7500 MW kapasitesine ulaşmıştır. Türkiye'nin rüzgâr enerjisindeki hızlı gelişiminin yavaşlayarak önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmektedir. Maliyetlerin azalması ile birlikte rüzgâr enerjisi üretiminde karasal ortamlardan denizel ortamlara geçiş başlamıştır. Türkiye'de denizel ortamlarda rüzgâr enerjisi üretimine yönelik yapılan ilk ihaleye katılım olmamıştır (Türkyılmaz, 2019). Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın (ETKB) yatırımcılarla değerlendirmeler yaparak denizel ortamlarda rüzgâr enerjisi için daha uygun şartlarda yeniden ihaleye çıkması Türkiye'nin rüzgâr enerjisi kapasitesini artırmasını sağlayacaktır. Türkiye, güneş enerjisi yönünden avantajlı bir coğrafi konuma sahiptir. Akdeniz kuşağı üzerinde yer alan Türkiye'de birim alana düşen güneş ışınım miktarı güneş enerjisinden daha fazla yararlanan Avrupa ülkelerinden fazladır. Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesine yönelik çalışmalar son yıllarda artmıştır. Ancak rüzgâr enerjisindeki hızlı gelişme, büyük potansiyeline rağmen güneş enerjisinde sağlanamamıştır. Güneş enerjisi kurulu gücü, 2019 yılında 5.890 MW kapasitesine ulaşmıştır. Türkiye, güneş enerjisi potansiyelinden bugüne kadar yeterince istifade edebilmiş değildir. Ancak teknoloji maliyetlerindeki düşüşler ve potansiyeli dikkate alındığında önümüzdeki yıllarda enerji kaynakları arasında en hızlı büyümenin güneş enerjisinde olacağı tahmin edilmektedir. Türkiye, jeotermal enerji potansiyeli bakımından dünyanın sayılı ülkelerinden biridir. Jeotermal enerjide Avrupa'da birinci, dünyada beşinci sıradadır. Jeotermal kaynakların enerji arzındaki payı %3,5 civarındadır (EÜAŞ, 2018 Yılı Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu; EİGM, Aylık Enerji İstatistikleri Raporu, Ocak 2019).

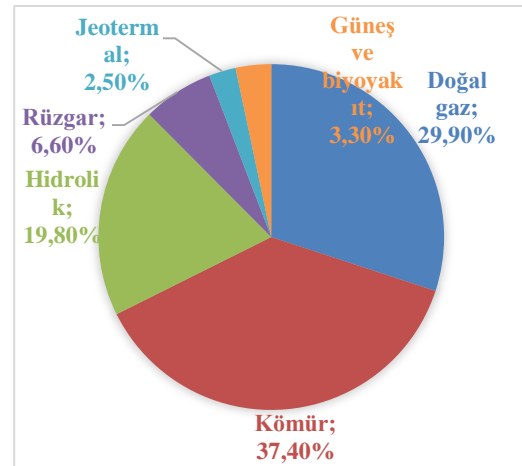
Gelişmekte olan Türkiye'nin enerji talebi her yıl dünya ortalamalarının üstünde artmaktadır. Küresel enerji talebindeki artış 2007-2017 yılları arasında yıllık %1,5 iken Türkiye'de bu artış yıllık %4,3 olmuştur. Ancak 2018 yılında dünya birincil enerji tüketimi %2,9 artarken bu oran Türkiye'de %0,5 olmuştur (BP, Statistical Review of World Energy 2018, s. 57). 2018 yılında Türkiye'nin ekonomik büyümesine paralel enerji büyümesinde de bir daralma olmuştur. Türkiye'nin gelişmesine bakıldığında bu daralmanın geçici bir durum olduğu söylenebilir. Türkiye, artan enerji talebini yerli kaynaklarla karşılayamadığından doğal gaz, petrol ve taşkömürü ithal etmektedir. Türkiye enerjide özellikle doğal gaz ve petrol yönünden dışa bağımlı bir ülke durumundadır. Bu bağımlılık enerjiye olan talep ile birlikte her yıl artmaktadır. Türkiye'nin 2017 yılında birincil enerjide dışa bağımlılığı %75, elektrik enerjisinde ise %55 seviyesinde gerçekleşmiştir (EİGM, 2018 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu; EÜAŞ, 2018 Yılı Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu; Aytaç, 2019).

Türkiye'nin 2017 yılı enerji arzında doğal gaz (%30,5), petrol (%30,5), kömür (%27,2) ilk üç sırada olmak üzere fosil yakıtlar toplamda %88,2, yenilenebilir kaynaklar ise %12 paya sahip olmuştur (Şekil 5). Türkiye'nin enerji arzı kaynakları dünya ile karşılaştırıldığında doğal gaz payının yüksek, nükleer enerjinin ise kaynak arzında yer almadığı görülmektedir. Türkiye'nin 2018 yılında elektrik enerjisi üretiminde kömür %37,4, doğal gaz %29,9, hidrolik kaynaklar %19,8, rüzgâr %6,6 oranında paya sahip olmuştur (Şekil 6). Elektrik enerjisi üretiminde fosil kaynakların toplam oranı ise %67,6'ya ulaşmıştır. Türkiye'nin elektrik enerjisi üretimindeki kaynak payları özellikle doğal gaz ve hidrolik yönünden yıldan yıla büyük farklılıklar göstermektedir. Türkiye'de fosil yakıtların elektrik enerjisi üretimindeki payı 1990 yılında %60 iken 2018 yılında %67'6'ya çıkmıştır. 1990'lı yılların başından itibaren doğal gaz, ithal kömür, güneş ve rüzgârın elektrik enerjisi üretimindeki payı artmış, petrol, yerli kömür ve hidrolik enerjinin payı ise düşmüştür. 1990 yılında %40,2 olan hidrolik enerjinin payı 2018 yılında %19,8'e, %25 olan petrolün payı %1'in altına gerilemiştir. Aynı dönemde rüzgâr enerjisi sıfırdan %6,6'ya, doğal gazın payı ise %18'den %30'a ulaşmıştır.



Şekil 5: Türkiye Birincil Enerji Arzı 2017 Yılı Kaynak Payları.

Kaynak: EÜAŞ 2018 Yılı Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu, s. 17.



Şekil 6: Türkiye Elektrik Enerjisi Arzı 2018 Yılı Kaynak Payları.

Kaynak: EÜAŞ 2018 Yılı Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu, s. 16.

4. Enerji ve Çevre İlişkisi

İnsanların içinde yaşadıkları, etkiledikleri ve etkilendikleri ortam çevre olarak tanımlanmaktadır. Çevre, canlıların fiziksel, biyolojik ve toplumsal hayatını etkileyen dış faktörlerin bütünüdür. Hava, su, toprak, canlı varlıklar, insan eseri tüm varlıklar çevrenin birer ögesidirler (Görmez, 1988, s. 26). Çevre üzerinde insan ve doğal olaylar tarafından oluşturulan bozulmalar çevre kirliliği olarak tanımlanmaktadır. Çevre kirliliği, çevrenin doğal dengesini bozan, havada, suda, toprakta ve canlılar üzerinde meydana gelen bozulmalardır. Çevre kirliliği; şehirleşme, sanayileşme, enerji faaliyetleri ve doğal olaylar sonucu oluşabilmektedir. Enerji ve çevre birbirleriyle yakından ilgili iki kavramdır. Enerjinin üretimi, taşınması, ticareti, çevirimi, iletimi, dağıtımı ve tüketimi hava, toprak, su, görüntü ve gürültü kirliliğine yol açmaktadır. Fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan gaz ve partiküller, nükleer güç santrallerinde meydana gelen kazalar ile nükleer atıklar, rafineri yangınları, petrol dökülmesi, enerji faaliyetlerinin her safhasında meydana gelen kazalar hava, toprak ve su kirliliği ile can ve mal emniyetine yönelik olumsuz sonuçlar ortaya çıkarırlar.

Çevre kirliliği hava, su ve toprakta farklı şekillerde ortaya çıkmaktadır. Hava; %78 azot, %21 oksijen, %1 diğer gazlardan oluşur. Havanın kirlenmesi havanın doğal bileşimi dışındaki kirleticilerin (gaz ve partiküller) belli bir oranın üstüne, çevreye zarar verecek seviyeye çıkmasıdır. Hava kirliliğinin ana kaynağı, fosil yakıtlarının yanmasıdır. Başta petrol ve kömür olmak üzere enerji kaynaklarının yakılması sonucu en fazla karbondioksit olmak üzere, azot oksit, sülfürdioksit, karbonmonoksit gibi çeşitli gazlar havaya karışır ve partiküller oluşur (Dahl, 2004, s. 199). Fosil yakıtların tam yanması halinde karbondioksit, tam yanmaması halinde karbonmonoksit gazı ortaya çıkmaktadır. Havanın önemli kirleticilerinden olan kükürtdioksit gazı, kömür ve petrolün yanması sonucu oluşur. Bir başka kirletici olan azot gazları, taşıt motorları ve termik santrallerde yanma sürecinde oluşurlar. Fosil yakıtların yanması sonucu ortaya çıkan kükürtdioksit ve azot oksit gibi gazlar belirli miktarın üzerinde havada su molekülleri ile temas ederek asite dönüşür, yağışla birlikte asit yağmuru şeklinde yeryüzüne inerek insan, su, bitki ve hayvan topluluklarına zarar verirler (Kont ve Kızıloğlu, 2003, s. 217). Suyun fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik, radyoaktif ve ekolojik özelliklerinin yapısının olumsuz yönde etkilenmesi şeklinde gözlenen, suyun insan sağlığı ile diğer amaçlarla kullanılmasını engelleyen bozulmalar su kirliliğini oluştururlar (Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği, 2004). Su kirleticileri, karbondioksit, kükürtdioksit, kil, mil, daha küçük boyutlu partiküller, çeşitli kimyasallar, evsel atıklar, sodyum, potasyum, kalsiyum, magnezyum, demir ve mangan gibi maddelerdir. Enerji kaynaklarından ortaya çıkan gazlar, partiküller ve katı atıklar doğrudan veya dolaylı olarak su kaynaklarına karışarak kirlilik oluşturmaktadır. Enerji, sanayi ve diğer faaliyetler sonucu toprağın fiziksel, kimyasal, biyolojik ve jeolojik yapısında meydana gelen bozulmalar toprak kirliliğini oluştururlar. Enerji kaynağı hammaddelerinin üretimi, taşınması,

çevrimi ve tüketimi sırasında oluşan gaz, sıvı ve katı atıklar toprak kirlenmesine neden olmaktadır. Kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil yakıtların yanması sonucu oluşturdukları katı, sıvı ve gaz halindeki atıklar hava, su ve toprak kirliliğine neden olmakta, ayrıca atmosfere yaydıkları sera gazları ile küresel ısınma ve iklim değişikliği sorununda da ana rolü oynamaktadırlar.

Doğal gaz, diğer fosil yakıtlar olan petrol ve kömüre göre daha temiz bir yakıttır. Doğal gaz yandığında diğer fosil kaynaklara göre daha az karbondioksit, nitrojen oksit ve çok az kükürtdioksit ortaya çıkar, partikül madde oluşmaz. Petrol ve kömürden daha az karbondioksit üreten doğal gaz, yanmadan havaya karışırsa petrol ve kömüre göre yirmi kat daha fazla karbondioksit üretir (Pipe, 2013a, s. 17). Enerji kaynakları içinde çevreye en fazla etkisi olan kömürdür. Kömür yandığında yüksek karbondioksit gazı üretir. Termik santrallerde kükürtdioksit konsantrasyonu belli değerleri aşınca solunum yolu hastalıklarına yol açabilmektedir. Petrol, sera gazı üretimi bakımından kömürden sonra en fazla etkisi olan fosil yakıttır. Petrolle çalışan enerji santralleri, motorlu taşıtlar ve sanayi tesisleri havaya önemli miktarda sera gazı bırakırlar. Denizlerde petrol platformlarında yaşanan kazalar ile petrol dökülmeleri, tanker kazaları, petrol boru hatlarındaki kazalar önemli çevre sorunlarına neden olmaktadır. 2010 yılı Nisan ayında Meksika Körfezinde Deepwater Horizon adlı BP petrol platformunda meydana gelen patlamada kuyudan sızan petrol ABD'nin 800 km'lik kıyı şeridinde etkili olmuştur. Kuyudan 5.000.000 varil petrol sızmış ve kuyu dört ayda kapatılabılmıştır. Sızan petrol, okyanusta canlıların ölümüne neden olmuştur (Pipe, 2013c, s. 17).

Nükleer enerji, 1950'li yıllardan sonra başta Avrupa olmak üzere tüm dünyada enerji arzında önemli bir kaynak çeşitliliği oluşturmaktadır. Nükleer enerjinin sera gazı emisyonu, fosil yakıtlara oranla yok denecek kadar azdır. Ancak nükleer enerji çevre açısından üretim sürecinde ve üretim sonrası çeşitli riskler içermektedir. Yakıt ve nükleer atık depolama sorunları, nükleer kaza riski, radyasyon tehlikesi nükleer enerjinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya çıkarır. Güneşin yaydığı elektromanyetik dalgalar topluluğu olan radyasyon toprak, hava ve tüm çevrede belirli limitlerin altında zararsız olarak bulunmaktadır. Normal şartlar altında nükleer enerji santrallerinin yaydıkları radyasyon, doğal radyasyon sınır değerlerinin çok altındadır. Normal koşullarda temiz olan bu enerji kaynağından bir kaza durumunda atmosfere yayılacak radyasyon, uzun yıllar ve geniş alanlarda sürecektir felakete neden olabilmektedir. Ayrıca nükleer enerji santrallerinde ortaya çıkan radyoaktif atıklar uzun yıllar tehlikeli olmayı sürdürürler. Nükleer kazalar, enerjinin çevre üzerindeki önemli olumsuzluklarından bir tanesidir. 1986 yılındaki Çernobil, 2011 yılındaki Fukuşima nükleer santral kazaları buna örnektir. Eski teknoloji tesisi olan Çernobil nükleer santral kazasında reaktör eriyerek yok olmuş, radyoaktif bulutlar SSCB ve komşu ülkelere yayılmıştır. Türkiye de bu kazadan doğrudan etkilenmiştir.

Fukushima kazası sonrası radyasyon nedeniyle ölümler olmamış, ancak santral çevresinden önemli göç olayları yaşanmıştır (Çetiner, 2011, s. 53).

Yenilenebilir enerji, hem yerli kaynak, hem de çevresel etkilerinin en az seviyede olması nedeniyle son yıllarda enerjide odak noktası haline gelmiştir. Yenilenebilir enerjinin güneş enerjisi dışında sınırlı potansiyele sahip olması, rüzgâr ve güneş enerjisinin sürekliliğinin olmaması ve doğa olaylarına bağlı olması, maliyetlerinin yüksekliği, fosil yakıtlarda olduğu gibi ticari bir mal olarak piyasada bulunmaması dezavantajlarıdır. Yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara göre daha az olmakla birlikte çevre üzerinde bazı olumsuz etkileri bulunmaktadır. Hidrolik enerjinin sıfır karbondioksit emisyonu, yüksek verim, sel önleme, sulama amaçlı kullanımı gibi avantajları bulunmaktadır. Ancak hidrolik enerjide baraj gölünün geniş alanlar kapsaması bu alanda olabilecek tarım arazileri, tarihi eserler, yerleşim yerleri su altında kalmakta dolayısı ile çevresel ve sosyal etkileri ile bölgesel iklimi değişimine neden olabilmektedir. Nehir tipi hidrolik santraller, büyük baraj gölüne sahip santrallere göre çevresel etkileri daha azdır. Ancak nehir tipi santrallerde planlamanın iyi yapılmaması, nehrin doğal dengesini bozabilmekte ve ekolojik yapıyı olumsuz yönde etkilemektedir. Rüzgâr santralleri, sera gazı üretmediğinden çevre dostu olarak kabul edilmektedir. Rüzgâr santralleri sera gazı üretmedikleri için küresel ısınma ile mücadelede tercih edilmesi gereken kaynak olarak öne çıkmaktadır. Ancak rüzgâr santralleri görüntü ve gürültü kirliliği oluşturmaktadır. Jeotermal kaynaklar fosil kaynaklara göre temiz bir enerji kaynağı olmakla birlikte doğrudan veya dolaylı olarak hava kirliliğine, yüzey ve yer altı sularına, kimyasal kirliliğe, termal kirliliğe, katı atık kirliliğine, karbondioksit, hidrojen sülfür ve metan gibi gazların salımına az da olsa etkileri bulunmaktadır. Jeotermal kaynaklarda kullanılan sıcak su, yeraltına enjeksiyon yapılmadığı takdirde çevresel sorunlara neden olabilmektedir. Enerjinin asıl kaynağı güneştir. Güneş enerjisi, güneşin çekirdeğindeki hidrojen atomlarının basınç altında birleşerek helyuma dönüşmesi sonucunda ortaya çıkan en büyük bir enerji kaynağıdır (Pipe, 2013b, s. 3). Güneş enerjisinin yenilenebilir ve potansiyelinin sınırsız olması, gürültü kirliliği oluşturmaması, sera gazı salımı olmaması önemli avantajlarıdır. Ancak bulutlu havalar ile gece ve kış aylarında üretimin büyük ölçüde azalması nedeniyle sürekliliğinin olmaması, maliyetinin yüksekliği, güneş panellerinin çok geniş alanlarda görüntü kirliliği oluşturması önemli dezavantajlarıdır. Yüzyıllardır ısı kaynağı olarak kullanılan güneş enerjisi yirminci yüzyılın sonlarından itibaren elektrik enerjisi kaynağı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Biyokütle, yakıt olarak kullanılabilen enerji bitkileri, tarımsal, bitkisel ve hayvansal atıklar, orman ürünleri ve atıkları, organik atıklar ve endüstriyel atıkları içine alan enerji kaynağıdır. Geçmiş yıllarda az gelişmiş ülkelerin enerji üretiminde büyük paya sahip olan biyoyakıtlar, günümüzde modern teknoloji kullanılarak üretim yapılan çevre dostu bir enerji kaynağıdır.

Yirminci yüzyıla kadar çevre kirliliği ve küresel ısınma sorunları, insanlığı etkileyecek boyutta ortaya çıkmamıştır. Yirminci yüzyılda enerji tüketimin ve

çevre kirliliğinin çok fazla artmış olması nedeniyle çevre sorunları kamuoyunun gündemine oturmuştur (Görmez, 1988, s. 26). Çevre kirliliği ile birlikte yirminci yüzyılın ikinci yarısında çevre bilinci ve buna yönelik çevre mevzuatı ve idari yapılanma oluşmaya başlamıştır. Çevre sorunları ile mücadele etmek için ulusal ve uluslararası alanda sivil toplum örgütleri oluşturulmuştur. Ulusal ve uluslararası alanda ülkeler, çevre kirliliği ve küresel ısınma ile mücadele etmek için idari yapılanmalar ve yasal alt yapılar oluşturmuştur. Uluslararası alanda Birleşmiş Milletler bu konuda öncü rolünü üstlenmiştir.

4.1.Sera Gazları

Sera gazları, atmosferde sıcaklık tutma kapasitesini artıran gazlardır. Sera gazlarının bir kısmı doğal yollarla oluşmakla birlikte %90 civarında insan faaliyetleri sonucu oluşmaktadır. Sera gazlarının oluşmasına başlıca fosil yakıtların yanması olmak üzere orman alanlarının tahrip edilmesi, tarımsal faaliyetler ve diğer faaliyetler neden olmaktadır. Belirli zaman ve alanda atmosfere salınan sera gazları emisyon olarak tanımlanmaktadır. Sera gazları atmosferde bulunan gazların sadece %1'ini oluştururlar (Engin, 2010, s. 72). Enerji ve diğer sanayinin neden olduğu başta karbondioksit olmak üzere karbonmonoksit, metan, azotdioksit ve diğer gazlar atmosferde birikerek güneş ve yer yüzeyi arasında bir tabaka oluştururlar. Atmosferde biriken bu gazlar yeryüzüne gelen güneş ışımına karşı geçirgen, buna karşılık geri salınan yer ışımına karşı çok daha az geçirgen olması nedeniyle yeryüzüne gelen enerjinin bir kısmı uzaya geçemeyerek atmosferdeki sera gazları tarafından emilir ve yer kürenin beklenenden daha fazla ısınmasına neden olur. Sera etkisi olarak adlandırılan bu doğal süreç (Bayraç ve Emrah, 2016, s. 25) küresel ısınma ve iklim değişikimine neden olur. İklim değişikliği flora, fauna ve insan üzerinde olumsuz etkilere neden olur. Sera gazlarının küresel ısınmaya etkileri miktara, atmosferde kalış sürelerine ve sıcaklığı tutma kapasitesine bağlıdır. Metan, karbondioksit oranla kızıl ötesi ışınları tutma kapasitesi daha fazladır. Metanın küresel ısınma potansiyeli karbondioksitin yirmi bir katıdır. Ancak karbondioksit en fazla üretilen sera gazı olduğu için sera etkisinin ana nedenini oluşturmaktadır (Dulkadiroğlu, 2018, s. 2).

Enerji üretiminde fosil yakıt kullanımı sera gazı salımının en önemli sebeplerindendir. 2015 yılında küresel sera gazlarının %70'i enerji kaynaklarından meydana gelmiştir (IEA, CO₂ Emissions From Fuel Combustion 2019, s. 8). Ulaşım sektöründe ana yakıt olan petrolün payı %94 oranındadır (EÜAŞ, 2018 Yılı Elektrik Üretimi ve Ticareti Sektör Raporu, s. 11). Yenilenebilir enerjinin 2016 yılında ulaşım sektöründeki payı %3,6 gibi düşük bir seviyededir. Küresel düzeyde ulaşım sektöründen oluşan sera gazlarının %70'i karayolları, %12'si havayolları, %11'i deniz yolu ve %2'si demiryolu kaynaklıdır (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018, s. 2). Dünyada sera gazı salımını azaltmaya yönelik çevre politikaları, doğal gazın kömür ve petrole göre daha fazla tercih edilmesine neden olmuştur. Doğal gaz elektrik santrali, kömür ve petrolle çalışan santrallere

göre daha az karbondioksit salımı yapmaktadır (Tablo 1). Elektrik santralleri kWh başına kömürde 900-1200, petrolde 700-900, doğal gazda 350-900, güneşte 100-200, rüzgârda 10-75, nükleerde 10-30 gr. karbondioksiti atmosfere yaymaktadır (ETKB, Nükleer Santraller ve Ülkemizde Kurulacak Nükleer Santrallere İlişkin Bilgiler, t.y.). 2017 yılında küresel olarak birincil enerji arzının %32'sini petrol, %27'sini kömür, 22'sini doğal gaz, %19'unu diğer kaynaklar oluşturmuştur. Buna karşılık aynı yıl enerjiden kaynaklı karbondioksit eşdeğeri sera gazlarının %44'ü kömür, %35'i petrol, %20'si doğal gaz ve %0,7'si diğer kaynaklardan meydana gelmiştir. 2017 yılında küresel olarak 32.580 milyon ton olarak gerçekleşen enerji kaynaklı sera gazlarının %44'ü kömür, %35'i petrol, %20,5'i doğal gaz kaynaklıdır. Sektör olarak %41'i enerji sektörü, %24'ü endüstri, %24'ü ulaşım, %8'i binalar ve %3'ü diğer kaynaklardandır (IEA, World Energy Outlook 2019). Enerji kaynaklı sera gazlarının %90'ı karbondioksit, %9'u metan, %1'i azot oksitlerdir (IEA, CO₂ Emisyon From Fuel Combustion 2018 Hihglights, s. 11).

Tablo 1: Enerji Kaynaklarına Göre Karbon Emisyon Değerleri

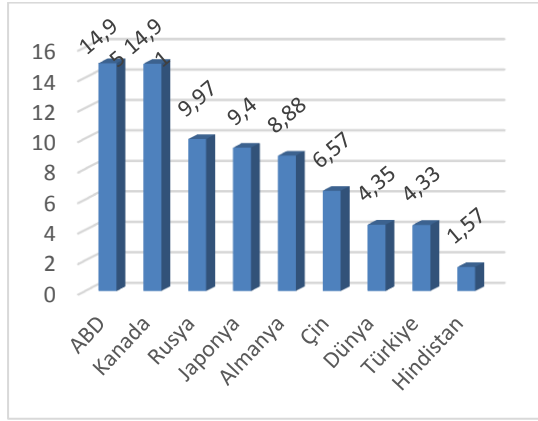
Kaynak	Ortalama sera gazı emisyonu (Ton CO ₂ /GWh)	Bir konuta düşen emisyon* (kg CO ₂ /yıl)
Linyit	1.054	3.689
İthal kömür	888	3.108
Taş kömürü	888	3.108
Fuel oil	733	2.566
Doğal gaz	499	1.747
Nükleer	66	231
Jeotermal	38	133
Biyokütle	26	91
Hidroelektrik	26	91
Güneş	23	81
Rüzgâr	10	35

Kaynak: CO₂ Emisyon From Fuel Combustion 2018 Hihglights, IEA, s. 11.

*Yıllık 3500 kWh tüketim için

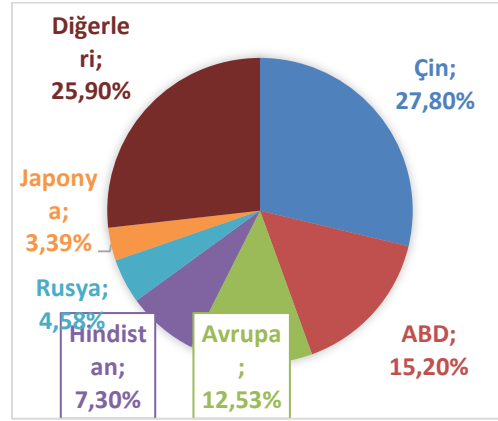
Dünya'da enerji kaynaklı kişi başı karbondioksit emisyonu 4,52 ton olup ABD, Kanada, Rusya, en fazla kişi başı karbondioksit emisyonuna sahip ülkelerdir

(Şekil 7). Küresel olarak 2018 yılında 33.891 milyon ton karbondioksit eşdeğeri olan enerji kaynaklı sera gazını en fazla Çin (%27,8), ABD (%15,2), Avrupa (%12,53) ve Hindistan (%7,3) oluşturmaktadır. Türkiye ise enerji kaynaklı küresel sera gazlarının %1,15'ini oluşturmaktadır (Şekil 8). Çin, ABD ve Hindistan dünya enerji kaynaklı emisyonların yarısından fazlasını oluşturmaktadır.



Şekil 7: Bazı Ülkelerin 2018 Yılı Enerji Kaynaklı Kişi Başı Karbondioksit Eşdeğeri Sera Gazı Emisyon Miktarları (tonCO₂).

Kaynak: CO₂ Emisyon From Fuel Combustion Hihglights 2018, IEA, s. 11.



Şekil 8: Bazı Ülkelerin 2016 Yılı Enerji Kaynaklı Karbondioksit Eşdeğeri Sera Gazı Emisyonu Payları.

Kaynak: BP Statistical Review of World Energy, 2019.

Enerji tüketiminin artışı ile birlikte havada birim hacimdeki karbondioksit emisyonları sürekli artmış 1960 yılında 300 ppm olan miktar 2010 yılında 390 ppm'e, 2018 yılında 410 ppm'e ulaşmıştır. Atmosferde birim hacimdeki güvenilir karbondioksit yoğunluğu 350 ppm olup, bu değer 1988 yılında aşılmıştır. 2007-2017 yılları arasında enerji kaynaklı sera gazının yıllık artış hızı dünyada %1, Türkiye'de %3,6, Çin'de %2,5, Hindistan'da %5,4, ABD'de %-1,5, Rusya'da %-0,3, Avrupa'da %-1,5 olarak gerçekleşmiştir. Gelişmekte olan Çin, Hindistan, Türkiye gibi ülkelerin sera gazı artış hızının gelişmiş olan ülkelere göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak gelişmiş ülkelerde geçmiş yıllardaki gelişmeleri süresinde en fazla sera gazı salımına sebep olmuşlardır.

Enerji tüketiminin artmasıyla birlikte enerji kullanımından kaynaklanan sera gazı emisyonu da artmaya devam etmektedir. Ancak fosil yakıtların yerine yenilenebilir kaynakların payının yükselmesi ve enerji verimliliği çalışmaları son yıllarda sera gazı emisyon büyüme hızının azaltılmasında önemli rol oynamıştır. AB'nde son yıllarda yenilenebilir kaynaklara destek, karbon azaltma politikaları, enerji verimliliği ve enerji talebindeki azalma nedenleriyle sera gazı emisyonları azalmıştır. ABD'de kömürün yerine gazın ikamesi ile sera gazı emisyonu

azalmaya devam etmektedir. Çin'in ekonomisindeki yapısal değişim, özellikle kömüre talebin azalması, sera gazı emisyonu büyümesinde önemli bir azalma meydana getirmiştir. Dünyada enerji verimliliğindeki iyileştirmeler sonucu önemli miktarda enerji ve karbondioksit emisyonu tasarrufu sağlanmıştır. 1990-2011 yılları arasında yapılan enerji verimliliği çalışmaları ile küresel olarak dört milyar ton petrol eşdeğeri (TEP) tasarruf ile birincil enerji tüketimi %32 azaltılmış, 9,6 milyar ton karbondioksitin ortaya çıkması engellenmiştir (Enerji Raporu 2013, s. 318). Enerji kaynaklı sera gazı emisyonları son yıllarda düşüş eğilimine girmiş olmakla birlikte 2018 yılında %2 oranında artarak son yedi yılın en yüksek seviyesine ulaşmıştır. 2018 yılında ülke bazında enerji kaynaklı karbondioksit eşdeğeri sera gazları artış hızı ABD'de %2,6, Çin'de %2,2, Hindistan'da %7, Rusya'da %4,2, Avrupa'da %-1,6, Almanya'da %-4,8 olurken, Türkiye'de %0,3 oranında gerçekleşmiştir (BP, Statistical Review of World Energy, 2019, s. 57). Bu artış devletlerin söylemleriyle uygulamalarının birbirinden uzaklaştığını göstermektedir. Ayrıca ABD'nin Paris Anlaşmasından çekilmesi, Rusya'nın ise Paris Anlaşmasını onaylamaması sera gazı azaltımı ile ilgili tereddütlerin oluşmasına neden olmuştur.

4.2 İklim Değişikliği

İklim değişikliği atmosferdeki sera gazlarının artışı sonucu ortaya çıkmaktadır. Sera gazları küresel ısınmaya, küresel ısınmada iklim değişikliğine yol açmaktadır. İklim değişikliği son yıllarda tüm dünyayı ilgilendiren küresel bir çevre sorunu olarak ortaya çıkmıştır. İklim değişikliği, karşılaştırılabilir zaman dilimleri içinde doğrudan veya dolaylı olarak küresel atmosferin bileşiminin büyük oranda insan faaliyetleri ile bozulması sonucunda iklimde oluşan bir değişikliktir (UN, United Nations Framework Convention On Climate Change, 1992). İklim değişikliği başta insan yaşamı olmak üzere yeryüzündeki tüm canlı hayatını tehdit eder. Yapılan araştırmalar sonucu küresel sıcaklığın 1880-2012 yılları arasında 0,85°C derece arttığı, deniz suyu seviyesinin ise 1901-2010 yılları arasında 19 cm. yükseldiği hesaplanmıştır (UN, Climate Change, t.y.). İnsan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan sera gazlarını önlemek için de insan faaliyetleri gerekmektedir. Çevre sorunları, çevresel konulara tüm dünyada duyarlılığı artırırken aynı zamanda uluslararası alanda da işbirliğini artırmaktadır. Çevre sorunları ve iklim değişikliği üzerine uluslararası, bölgesel ve ulusal düzeyde tedbirler alınarak uygulamaya konulmaktadır. Uluslararası düzeydeki işbirliğinin en önemli örneğini Birleşmiş Milletler oluşturmaktadır. Birleşmiş Milletler, çevre kirliliği, küresel ısınma ve iklim değişikliği üzerine önemli çalışmalara öncülük yapmaktadır.

Birleşmiş Milletler Çevre Programı ve Dünya Meteoroloji Örgütünün desteğiyle 1988 yılında Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) kurulmuştur. IPCC'nin amacı iklim değişikliği bağlamında uygulanacak uluslararası politikalara farkındalık oluşturmak ve iklim değişikliği hakkında yapılan

çalışmalara rehber olmaktadır (Mercan ve Karakaya, 2013, s. 125). 3-4 Haziran 1992 tarihinde Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde Birleşmiş Milletlerin düzenlediği Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda sera gazı emisyonlarının azaltımı ve kontrolü için İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) imzaya açılmış ve bu sözleşme 1994 yılında yürürlüğe girmiştir. Sözleşmenin amacı, atmosferdeki sera gazı birikimlerinin iklim sistemi üzerindeki etkilerinin tehlikeli olmayacak bir düzeyde tutulmasının sağlanmasıdır. Sözleşme'de, sera gazı azaltım yükümlülüğü bulunan, mali yardım ve teknoloji transferi gerçekleştirecek olan ve sera gazı azaltım yükümlülüğü bulunmayan ülke grupları oluşturulmuştur (ÇŞB, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 1994).

BMİDÇS kapsamında üye devletlerin katılımı ile her yıl Taraflar Toplantısı yapılmaktadır. İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine bağlı sera etkisi yaratan gazların salımını sınırlamak ve azaltmaya yönelik çalışmalar yapmak için uluslararası Kyoto Protokolü anlaşması yapılmıştır. Protokol, 11 Aralık 1997 tarihinde Japonya'nın Kyoto şehrindeki BMİDÇS'nin uygulanmasına yönelik Üçüncü Taraflar Toplantısı sonucunda kararlaştırılmıştır (UNFCCC, What is the Kyoto Protocol, t.y.). ABD, Kyoto Protokolünü 1998 yılında imzalamasına rağmen onaylamamıştır. Kyoto Protokolü'nün yürürlüğe girmesi için 55 ülkenin ve sera gazı salımlarının %55'ini oluşturan ülkeler tarafından imzalanması gereklidir. Rusya, Protokolü 1999 yılında imzalamış, 2004 yılında onaylamıştır. Rusya'nın onaylaması ile Protokol yürürlüğe girmiştir. 16 Şubat 2005 tarihinde yürürlüğe giren Protokol, BMİDÇS'nin belirlediği ilkelere dayanmaktadır. Sera gazı salımını azaltmayı hedefleyen BMİDÇS ve Kyoto Protokolü ile küresel olarak sera gazlarının iklim değişikliğine etkilerini sınırlı düzeyde tutmak için bağlayıcı yükümlülükler içerirken, uluslararası emisyon ticareti ve teknoloji hareketlerinde önemli roller oynamaktadır. Protokole dahil olan ülkeler Ek-1, Ek-2 ve Ek Dışı Ülkeler listesinde yer almıştır. Ek-1'de yer alan iki ülke grubu bulunmaktadır. Birincisi sera gazı azaltım yükümlülüğü olan gelişmiş ülkeler, ikincisi geçiş ekonomisi olan ülkelerdir. Bu grupta 42 ülke bulunmaktadır. Ek-2 grubunda yer alan gelişmiş ülkeler sera gazı azaltım yükümlülüğü yanında gelişmekte olan ülkelere teknolojik ve finansal destek yükümlülüğü olan ülkelerdir. Bu grupta 23 ülke bulunmaktadır. Ek Dışı Ülkeler sera gazı azaltımı teşvik edilen, teknolojik işbirliği yapılan ancak belirli bir yükümlülüğü olmayan ülkelerdir. Bu grupta 154 ülke yer almaktadır. Sera gazı azaltım yükümlülüğü olan ülkeler sera gazı emisyonlarını 1990 yılındaki seviyelerinin %5 aşağısına indirmeyi taahhüt etmişlerdir. Protokolün Birinci Taahhüt Dönemi 2008-2012 yıllarını kapsamıştır.

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi On Sekizinci Taraflar Toplantısı Kasım-Aralık 2012'de Katar Doha'da gerçekleştirilmiş ve Kyoto Protokolü ikinci sorumluluk döneminin 2013-2020 yıllarını kapsamasına karar verilmesidir. Protokolün ilk taahhüt döneminde yer alan Kanada, Japonya ve Rusya ikinci taahhüt dönemine katılmamışlardır (Enerji Raporu 2013, s. 10). 2014 yılında Peru Lima'da yapılan Yirminci Taraflar Toplantısında tarafların 2015 yılında Paris

Konferansından önce sera gazı azaltımı ile ilgili ulusal olarak belirlenmiş katkıları sunmaları kararlaştırılmıştır. Yirmi Birinci Taraflar Toplantısı 12 Aralık 2015 tarihinde Paris’te yapılmıştır. Konferansta, ülkeler iklim değişikliği ile mücadele ve sürdürülebilir düşük karbonlu gelecek için ihtiyaç duyulan yatırım ve eylemler için daha yoğun bir çalışma ve bunları hızlandırma kararı aldılar. Gelişmekte olan ülkeler için destek kararı açıklandı. Küresel ısınmanın 1,5°C derecenin üstüne çıkmasının yerkürede felaketlere yol açacağı öngörüldüğünden devletler küresel ısınma artışını 2⁰C derecenin altına düşürmek ve 1,5⁰C derece ile sınırlandırmak hedefinde anlaştılar. Toplantıda ülkeler emisyon azaltımına yönelik uygulamaları ve emisyon değerlerini her yıl sunmayı taahhüt etmişlerdir. Paris Anlaşması öncesi Kyoto Protokolü’nün ABD tarafından imzalanmaması, Çin’in sera gazı azaltım yükümlülüğünün bulunmaması, Japonya, Kanada ve Rusya’nın İkinci Taahhüt Dönemi Kyoto Protokolü uygulamasına dahil olmaması sonucu toplam sera gazı salımının sadece %14’üne karşılık gelen ülkelerin sera gazı azaltım yükümlülüğü bulunmaktaydı. Paris Anlaşması ise küresel sera gazı emisyonlarının %96’sından fazlasına neden olan ülkeleri kapsayan bir anlaşmadır. İklim değişikliği sorununa çözüm bulmak için BM çatısı altında gerçekleştirilen Taraflar Konferansı Toplantılarında 2015 yılına kadar genel, kapsayıcı ve bağlayıcı bir karar çıkmamıştır. 1992 yılında Rio zirvesi ile başlayan iklim değişikliği müzakereleri küresel bir uzlaşma niteliği taşıyan Paris Anlaşması ile sonuçlanmıştır. 195 ülkenin iklim değişikliği ile mücadele noktasında böyle bir anlaşmaya varabilmesi tarihi ve hayati önemdedir. Türkiye, Paris Anlaşmasını imzalayan 197 ülkeden biri, ancak onaylayıp taraf olmayan 6 ülkeden biridir. Bu 6 ülke, gelişmemiş ülkelere oluşturmaktadır. ABD, 4 Ağustos 2017 tarihinde Paris İklim Anlaşmasından çekildiklerini resmi olarak Birleşmiş Milletlere bildirmiştir. Yapılan anlaşmalara ve devlet yetkililerinin yaptıkları açıklamalara rağmen 2018 yılında sera gazı salınımlarında rekor bir artış gerçekleşmiştir. Özellikle Çin, ABD, Rusya ve Hindistan gibi dünya enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarının yarıdan fazlasını gerçekleştiren ülkelerin 2018 yılında dünya ortalamasının üzerinde sera gazı artış hızına sahip olmaları sera gazı azaltımı ile ilgili beklentilerin yeniden gözden geçirilmesine neden olacaktır (UNFCC, Fifth Assessment Report of the IPCC, 2014; Karakaya, 2016, s. 4; Kızılkaya, Sofuoğlu ve Çoban, 2016, s. 256; UN, Paris Agreement, 2020; Wikipedia, Paris Agreement, 2020).

4.3. Türkiye’de Enerji ve Çevre

Türkiye’de çevre mevzuatı, kurumsal yapısı ve çevre bilinci yirminci yüzyılın son çeyreğinde oluşmaya başlamıştır. 1982 Anayasa’sı ile birlikte çevre ile ilgili yasal alt yapının temeli oluşturulmuştur. Anayasa’nın 56. maddesinde “Herkes, sağlıklı ve dengeli çevrede yaşama hakkına sahiptir. Çevreyi geliştirmek, çevre sağlığını korumak ve çevre kirlenmesini önlemek devletin ve vatandaşların ödevidir” hükmü yer almıştır. Anayasa’nın bu maddesine dayanılarak 9 Ağustos 1983 tarihinde 2872 sayılı Çevre Kanunu yürürlüğe girmiştir. Çevre Kanunu,

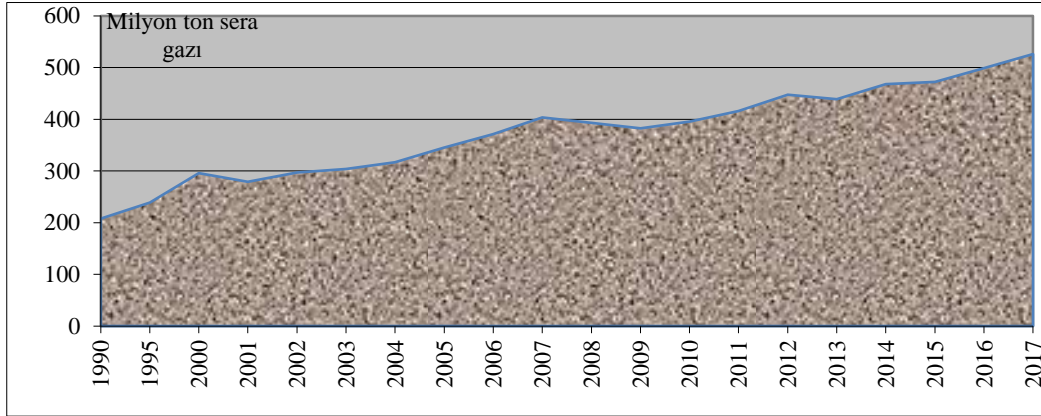
çevre ve kalkınmayı dengeleyen bir yaklaşıma sahiptir. Çevre Kanunu'nun uygulanmasına yönelik çok sayıda yönetmelik çıkarılmıştır. Çevre mevzuatı insan faaliyetleri sonucu çevrenin en az etkilenmesi ve bu yönde gerekli tedbirlerin alınmasına yönelik düzenlemeler içermektedir. Ayrıca Çevre Kanunu dışında pek çok kanunda çevre ile ilgili düzenlemeler yer almaktadır.

Türkiye'de 1980 öncesinde şehirlerin ısıtmasında artan bir şekilde petrol ve kömür kullanılmaya başlanmış, bunun sonucunda büyük şehirlerde hava kirliliği açısından çevre felaketi yaşanmıştır. 1985 yılı sonrası şehirlerin ısıtmasında doğal gaz kullanılmaya başlanarak şehirlerdeki hava kirliliğinden kaynaklanan çevre sorunları makul seviyelere indirilmiştir. Çevre Kanunu'na dayalı olarak çıkarılan yönetmeliklerde kalori, kükürt ve kül değerleri dikkate alınarak belirli standartları sağlayan kömürlerin şehirlerde kullanımına izin verilmeye başlanmıştır. Bu Yönetmelikler ile ısınmada ve sanayide kullanılacak yakıtların özellikleri ve sanayi tesislerinden atmosfere bırakılacak emisyon sınır değerleri belirlenmiştir (Isınmadan Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2005; Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, 2009). Türkiye çevre kirliliği, küresel ısınma ve iklim değişikliğine karşı mücadeleye aktif katkı sağlamakta, sera gazı azaltımı için somut adımlar atmakta ve bunun için stratejiler geliştirmektedir. Enerji ve diğer faaliyetlerin çevreye olan etkilerinin azaltılması için çeşitli düzenleme ve uygulamalar yapılmaktadır. 13 Aralık 2010 tarihinde yayınlanan Tebliğ ile Türkiye'de, AB Direktiflerine uygun olarak motorin türlerindeki kükürt içeriği 10 mg. ile sınırlandırılmıştır (Motorin Türlerine ve Otobiodizele İlişkin Teknik Düzenleme Tebliği, 2010). Bu düzenleme ile atmosfere bırakılan kükürt ve partikül madde miktarının her yıl 9.900 ton azaltılması hedeflenmiştir. 2010 yılında yürürlüğe giren Büyük Yakma Tesisleri Yönetmeliği, enerji üretim tesislerinin faaliyeti sonucu ortaya çıkan is, toz, duman, gaz, buhar ve diğer emisyonların kontrol altına alınmasını amaçlamaktadır (Büyük Yakma Tesisleri Yönetmeliği, 2010). Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik ile Türkiye'de sera gazlarının izlenmesine ve ölçülmesine yönelik düzenlemeler yürürlüğe sokulmuştur (Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, 2014). 25 Şubat 2012 tarihinde yürürlüğe giren Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, enerji verimliliğine ilişkin hedefleri ortaya koymuştur (Enerji Verimliliği Strateji Belgesi, 2012).

Türkiye Cumhuriyeti, 1997 yılında kabul edilip 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolünü 2005 yılında imzalamış, 17 Şubat 2009 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanan 5836 sayılı Kanunla yürürlüğe sokmuştur. Türkiye, BMİDÇS'nin Ek-1 ve Ek-2 listesinde yer almıştır. Türkiye 2000 yılında maddi sorumluluk içeren Ek-2 listesinden çıkmak ve Ek-1 listesinde özel şartlar tanınmış ülke olarak yer almak için önerisini sunmuştur. 29 Ekim-6 Kasım 2001 tarihlerinde Fas'ın Marakeş şehrinde yapılan Yedinci Taraflar Toplantısında Türkiye'nin Ek-2 listesinden çıkıp özel şartları tanınmış ülke olarak Ek-1 listesinde yer alması talebi uygun görülmüştür (ETKB, İklim Değişikliği ve

Uluslararası Müzakereler, t.y.). Türkiye, 1994 yılında yürürlüğe giren BMİDÇS'ye 2001 yılında Marakeş Konferansından sonra 21.10.2003 tarihli Resmi Gazete'de yayınlanan 4990 sayılı Kanun gereği 24 Mayıs 2004 tarihinde imzalayarak 189. ülke olarak taraf olmuştur. Türkiye'nin Kyoto Protokolü'nün Birinci ve İkinci Taahhüt döneminde sera gazı azaltım yükümlülüğü bulunmamaktadır (ÇŞB, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 1994). 2012 yılında Doha'da gerçekleştirilen On Sekizinci Taraflar Toplantısında Türkiye'ye Ek-2 listesinde yer alan ülkelere tanınan özel şartlarda teknoloji ve finans desteğinin verilmesi kararlaştırılmıştır (ETKB, İklim Değişikliği ve Uluslararası Müzakereler, t.y.). 2014 yılında Lima'da yapılan Yirminci Taraflar Toplantısında alınan karar gereği Türkiye, BMİDÇS'ye 2030 yılına kadar artması öngörülen sera gazı emisyonundan %21'e kadar azaltım yapabileceğini Ekim 2015'de deklare etmiştir. Türkiye, olağan senaryoya göre 1.175 milyon ton olarak öngörülen toplam sera gazı emisyonlarını 250 milyon ton azaltarak 925 milyon tonda sınırlandırmayı taahhüt etmiştir (Republic of Turkey Intended Nationally Determined Contribution, 2015).

Türkiye'nin enerji kaynaklı karbondioksit eşdeğeri sera gazı emisyonu 2018 yılında bir önceki yıla göre %0,3 artarak 390 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'nin enerji kaynaklı sera gazı emisyon miktarı artış hızı son 10 yılda dünya ortalamasının üstünde % 3,6 olarak gerçekleşmiştir. Türkiye'de 2015 yılı enerji kaynaklı kişi başı toplam karbondioksit eşdeğeri emisyonu 4,1 ton ile dünya ortalamasının (4,4) altında kalmıştır. Türkiye, enerji kaynaklı havayı kirleten ülkeler arasında %1,15 paya sahiptir. Türkiye'nin kalkınmasına paralel olarak toplam sera gazı emisyonları artmaktadır. Türkiye'nin 1990 yılında 200 milyon ton olan toplam sera gazı emisyonları 2017 yılında bir önceki yıla göre %6,1 artarak 526 milyon tona ulaşmıştır (Şekil 9). Bu artış oranıyla Türkiye sera gazı en fazla artan ülkeler arasında yer almıştır. 1990-2012 yılları arası Türkiye'de fosil yakıt tüketiminden kaynaklı karbondioksit emisyonu toplamda %100 artmıştır. Bu durum Türkiye'nin Kyoto hedeflerinden uzakta kaldığını göstermektedir (Bıyık ve Civelekoğlu, 2018, s. 163). Toplam emisyon miktarının sektör olarak 380 milyon tonu enerji (%72,2), 66,5 milyon tonu endüstriyel işlemler ve ürün kullanımından (%12,6), 62,5 milyon tonu tarımsal faaliyetler (%11,9), 17,4 milyon tonu atıklardan (%3) meydana gelmiştir. Toplam emisyonun 425 milyon tonu karbondioksit, 54 milyon tonu metan, 38,5 milyon tonu azot oksit, 8 milyon tonu F gazlarından oluşmuştur. Türkiye'de kişi başı toplam karbondioksit eşdeğeri emisyonu 1990 yılında 4 ton olurken bu değer 2017 yılında 6,6 ton karbondioksit eşdeğere yükselmiştir (TÜİK, Sera Gazı Emisyonları 1990-2017).



Şekil 9: Türkiye'nin Toplam Sera Gazı Emisyonları

Kaynak: Sera Gazı Emisyonları, www.tuik.gov.tr.

Türkiye emisyon azaltım taahhütlerine uygun olarak Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planında 2023 yılına kadar birincil enerji tüketiminde verimlilik sonucu %14 oranında bir azalma planlanmıştır (ETKB, Ulusal Enerji Verimliliği Eylem Planı, 2017-2023). Türkiye sera gazı azaltımı için önleyici tedbirler almaya devam etmektedir. Enerji verimliliği çalışmaları ve yenilenebilir enerji kaynaklarındaki artış hızı devam etmektedir. Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılması Yönetmeliği 02 Mayıs 2019 tarihinde yürürlüğe girmiştir (Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, 2019). Bu Yönetmelik ile ulaşımda petrole bağımlılığın azaltılması, enerji verimli araçların özendirilmesi, elektrikli ve doğal gazla çalışan araçların teşviki, toplu taşımanın artırılması, ulaşım altyapısının iyileştirilmesi hedeflenmiştir. Türkiye'de 1980 sonrası çevre mevzuatı, çevre uygulamaları, sivil toplum faaliyetleri, çevre duyarlılığı ve çevre teknolojileri hızla gelişmekle birlikte istenilen seviyeye ulaşmış değildir. Türkiye, enerji verimliliği ve enerji yoğunluğu bakımından gelişmiş ülkelerin gerisinde kalmıştır. Avrupa Komisyonu 2018 Yılı Türkiye Raporu'nda enerji ve çevre konusunda olumlu ve olumsuz yönde çeşitli değerlendirmelerde bulunulmuştur (Avrupa Komisyonu 2018 Yılı Türkiye Raporu). Rapor'da Türkiye'nin yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alanında iyi derecede ilerleme katettiği, küçük ve orta ölçekli işletmelerin verimlilik artırma projeleri ve gönüllü anlaşmalarla desteklendiği yönünde olumlu değerlendirmelerde bulunulmuştur. Diğer yandan daha kapsamlı ve iyi koordine edilmiş çevre ve iklim politikalarının oluşturulmasına ve uygulanmasına ihtiyaç olduğu, iklim değişikliğine ilişkin AB müktesebatına uyumun tamamlanmasına, iklim değişikliği ile ilgili Paris Anlaşmasının onaylanmasına ve uygulanmasına, AB'nin 2030 yılı İklim ve Enerji Politikaları Çerçevesi ile uyumlu ulusal bir stratejiye gerek olduğu noktasında eleştiriler yer almıştır.

5.Sonuç

Teknolojik gelişmeler ve refah düzeyinin artması ile birlikte enerjiye olan talep de artmaya devam etmektedir. Enerji sektöründe yenilenebilir enerji kaynaklarının çeyrek asırlık hızlı gelişmesinin önümüzdeki yıllarda da devam etmesi beklenmekle birlikte enerji arzında ana payın çevreye en fazla etkisi olan kömür, petrol ve doğal gaz gibi fosil yakıtlarda kalmaya devam edeceği öngörülmektedir. Sürdürülebilir kalkınma ilkesi doğrultusunda enerji ve çevre politikalarının birlikte ele alınıp değerlendirilmesi ve aralarında bir denge sağlanması gerekmektedir. Enerji politikalarının iyi belirlenmesi yeterli olmayıp bu politikaların uygulamaya geçirilmesi de gereklidir. Enerji üretimine ve tüketimine devam edilirken, insan ile birlikte canlı ve cansız varlıkları içeren çevreyi enerjinin olumsuz etkilerinden korumak temel amaçlardan biri olmalıdır. Enerji faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması için uygun yasal düzenlemeler yapılmalı, çevre dostu teknolojiler kullanılmalı, daha az sera gazı oluşumuna imkân veren teknolojiler geliştirilmeli ve uygulamaya konulmalı, her aşamada verimlilik artırılmalı, çevre bilinci geliştirilmeli, enerji yoğunluğu azaltılmalıdır. Hidrolik, rüzgâr, güneş ve diğer yenilenebilir enerji potansiyelinin tamamının kullanılabilmesi için gerekli yatırımlar yapılmalıdır.

Enerji verimliliği enerji politikalarında en önemli konulardan biridir. Enerjinin verimli kullanılması ile maliyetlerin düşürülmesine, çevrenin korunmasına, sera gazı salımının azaltılmasına, sürdürülebilir enerji, sürdürülebilir çevre anlayışına katkıda bulunulur. Enerji verimliliğini artırmak için çevre dostu binalar yaygınlaştırılmalı, enerji verimliliği yüksek olan teknoloji kullanılmalı, her alandaki kullanımda enerji kayıpları azaltılmalı, elektrik sektöründe kayıp kaçak oranı azaltılmalı, enerji ile ilgili tüm konularda bilgi ve duyarlılığı artırmaya yönelik çalışmalar yapılmalı, eğitim müfredatında enerji verimliliği konusuna önem verilmelidir.

Hava kirliliği ve sera gazı emisyonlarının en büyük kaynağı fosil yakıtlardır. Bu nedenle özellikle fosil yakıtların üretiminden tüketimine kadar her safhada çevresel standartlara uygun şekilde değerlendirilmesi ve buna uygun teknolojilerin kullanılması bir zorunluluktur. Fosil yakıtlar içinde sera gazı salımında en büyük paya sahip olan kömürdür. Kömür yakma teknolojilerinin geliştirilmesi (temiz yakma ve verimli yakma teknikleri geliştirilmeli, baca gazı arıtma vb.), kömürün gazlaştırma teknolojilerinin geliştirilmesi, verimi yüksek, emisyonu düşük santrallerin kurulması, sera gazı salımını önleyici teknolojilerin kullanılması ve mevcut tesislerdeki verimsiz teknolojinin yenileriyle değiştirilmesi çevresel etkilerinin en aza indirilmesi bakımından son derece önemlidir. Türkiye’de ithal kömüre dayalı termik santral yapımı ve işletilmesi politikaları gözden geçirilmelidir. Kömürden sonra sera gazı üretiminde en büyük paya sahip olan diğer bir kaynak petroldür. Petrol ve türevleri ulaşımda %93 paya sahiptir. Ulaşımında petrolün payının azaltılması, ulaşımda verimliliği yüksek araçlar

kullanılması, elektrikli araçların yaygınlaştırılması, toplu taşımanın yaygınlaştırılması sera gazı salımını azaltmak bakımından önem arz etmektedir. Enerji kaynağı olarak kullanılan fosil yakıtların çevre standartları iyi belirlenmeli ve standart dışı yakıtların kullanımına izin verilmemelidir.

Küresel sera gazları salımında son yıllarda bir azalma olmakla birlikte 2018 yılında önemli bir artış meydana gelmiştir. Devlet yöneticilerinin BMİDCS kararlarına uygun hareket etmesi, sera gazı ile ilgili yapmış oldukları pozitif açıklamaları uygulamaya yansıtmaları ve uluslararası taahhütlerini yerine getirmeleri büyük önem arz etmektedir. Devletlerin çevre ile ilgili taahhütlerini yerine getirmesi için Birleşmiş Milletler ve diğer uluslararası örgütlerin çabalarını artırmaları gerekmektedir.

Sera gazı emisyonları yönünden temiz bir enerji kaynağı olan nükleer enerjinin geliştirilmesi önemlidir. AB’nde sera gazlarının azaltılmasında nükleer enerjinin önemli bir payı olduğu unutulmamalıdır. Türkiye, en son teknolojilerle, gerekli tedbirler alınarak nükleer enerjiyi enerji üretim kaynaklarından biri haline getirmesi sera gazı salımının azaltılmasına önemli bir katkı sağlayacaktır. Türkiye yenilenebilir enerji kaynakları yönünden iyi bir potansiyele sahiptir. Türkiye, hidrolik enerji, güneş ve rüzgâr enerjisi potansiyelinin tamamını kullanmalıdır. Türkiye’nin tüm enerji ihtiyacını karşılayabilecek potansiyele sahip olan güneş enerjisi yatırımlarının artırılması için gerekli düzenlemeler hızla yapılmalıdır. Türkiye Paris İklim Anlaşmasını imzalamış ancak onaylamamıştır. Türkiye Paris İklim Anlaşmasını onaylayarak iklim değişikliği ile mücadelede gerekli adımları attığını uluslararası camiada gösterebilir. Ayrıca iklim değişikliğinde uluslararası işbirliğine açık destek olduğunu da bu şekilde ortaya koyabilecektir.

Kaynakça

- Arnold, N. (2013). *Enerji Canavarı*. (E. Kıral, Çev.). İstanbul: Timaş Yayınları.
- Avrupa Komisyonu 2018 Yılı Türkiye Raporu. www.a.b.gov.tr/ilerleme-raporlari-46224.html.(Erişim Tarihi:1 Ağustos 2019).
- Aytaç, O. (2019). Türkiye Enerji Görünümü, enerji.mmo.org.tr/wp-content/uploads/2019/12/MMO_TEG-2019_V.Enerji-Verimliliği-Sunumu_Gebze_18.10.2019.pdf. (Erişim Tarihi: 4 Ocak 2020).
- Bayraç, H.N. ve Emrah, D. (2016). Türkiye’de İklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), 23-48.
- Bıyık, Y. ve Civelekoğlu, G. (2018). Ulaşım sektöründen kaynaklanan karbon ayak izi değişiminin incelenmesi. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 2(2), 157-166.
- BP, Statistical Review of World Energy, 2018. www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2018-full-report.pdf. (Erişim Tarihi: 12 Haziran 2019).
- BP, Statistical Review of World Energy, 2019. www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-co2-emissions-pdf. (Erişim Tarihi: 1 Ekim 2019).
- BP, World Energy Outlook 2018. www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/energy-outlook/bp-energy-outlook-2018.pdf. (Erişim Tarihi:10 Haziran 2019).
- BP, World Energy Outlook 2019. www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2019-full-report.pdf. (Erişim Tarihi:20 Ağustos 2019).
- Büyük Yakma Tesisleri Yönetmeliği. Resmi Gazete: 8.6.2010 tarih ve 27605 sayı.
- CNN TÜRK, Cumhurbaşkanı Erdoğan Japon Gazetesi Nikkei’ye Konuştu. www.cnnturk.com/turkiye/cumhurbaskani-erdogan-japon-gazetesi-nikkeiye-konustu. (Erişim Tarihi:29 Haziran 2019).
- Çetiner, M.A. (2011). Çernobil ve Fukuşima nükleer reaktör kazalarının mukayesesi. *21. Yüzyıl*, (34), 50-56.

- ÇŞB, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi. <http://iklim.csb.gov.tr/bmides-ve-turkiye>. (Erişim Tarihi:10 Ağustos 2019).
- Dahl C.A. (2004). *International Energy Market, Understanding Pricing, Policies and Profits*. Penn Well Corporation 1421 S. Sheridan Road Tulsa Oklahama 74112-6600 USA.
- Dulkadiroğlu, H. (2018). Türkiye’de elektrik üretiminin sera emisyonları açısından incelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7(1), 67-74.
- EİGM, Aylık Enerji İstatistikleri Raporu-01, Ocak 2019. [enerji.gov.tr/ File/? Path=ROOT/1/Documents/EİGM%20Periyodik%20Rapor/ 2019_Ocak_Ay1_Enerji_Raporu.Pdf](http://enerji.gov.tr/File/?Path=ROOT/1/Documents/EİGM%20Periyodik%20Rapor/2019_Ocak_Ay1_Enerji_Raporu.Pdf). (Erişim Tarihi: 5 Eylül 2019).
- EİGM, 2018 Yılı Ulusal Enerji Denge Tablosu. eigm.gov.tr-TR/Denge-Tabloları/Denge-Tabloları. (Erişim Tarihi: 1 Aralık 2019).
- Enerji Raporu 2013*. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi. Ankara.
- Enerji Verimliliği Strateji Belgesi. Resmi Gazete: 25.2.2012 tarih ve 28215 sayı.
- Engin, B. (2010). İklim Değişikliği İle Mücadelede Uluslararası İşbirliğinin Önemi. *Sosyal Bilimler Dergisi* 0(2), 71-82.
- Erdoğan, S. (2016). *Arz Güvenliği Bakışı İle Türkiye’de Enerji Politikaları*. Ankara: Orion Kitabevi.
- ETKB, İklim değişikliği ve uluslararası müzakereler. www.enerji.gov.tr. (Erişim Tarihi:2 Haziran 2019).
- ETKB, Nükleer enerji, t.y. enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Nukleer-Enerji. (Erişim Tarihi: 25 Ekim 2019).
- ETKB, Nükleer Santraller ve ülkemizde kurulacak nükleer santrallere ilişkin bilgiler, t.y. www.enerji.gov.tr. (Erişim Tarihi: 15 Mayıs 2019).
- ETKB, Ulusal enerji verimliliği eylem planı, 2017-2023. www.enerji.gov.tr-TR/Sayfalar/Ulusal-Enerji-Eylem-Planı. (Erişim Tarihi: 1 Ağustos 2019).
- EÜAŞ, 2018 yılı elektrik üretimi ve ticareti sektör Raporu. www.euas.gov.tr/tr-TR/sector-raporu.(Erişim Tarihi: 12 Eylül 2019).
- Görmez, K. (1988). Çevre, çevre sorunları ve çevre politikaları üzerine bazı mülahazalar. *Türkiye Günlüğü*, (3), 6-10.

- IEA, CO₂ emissions from fuel combustion highlights, 2018. www.iea.org/CO2emissions-from-fuel-combustion-2018-highlights. (Erişim Tarihi:25 Haziran 2019).
- IEA, CO₂ emissions from fuel combustion highlights, 2019. www.iea.org/CO2emissions-from-fuel-combustion-2019-highlights. (Erişim Tarihi:2 Ocak 2020).
- IEA, Küresel energy& CO₂ status report, 2018. www.iea.org/global-energy-and-status-report-2018. (Erişim Tarihi: 5 Haziran 2019).
- IEA, World energy outlook 2019. www.iea.org. (Erişim Tarihi: 2 Ocak 2020).
- Isınmadan Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete: 13.1.2005 tarih ve 25699 sayı.
- Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye üzerine bir değerlendirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12.
- Kızılkaya, O., Sofuoğlu, E. ve Çoban, E. (2016). Ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve çevre kirliliği analizi: Türkiye örneği. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 255-272.
- Kont, C.ve Kızıloğlu, T. (2003). Asit yağmurlarının canlılar üzerine etkileri. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 34(2), 217-221.
- Kömür Talebi Arttı, Ancak Zirvenin Altında Kaldı. www.dunyaenerji.org.tr/komur-talebi-artti-ancak-zirvenin-altinda-kaldi. (Erişim Tarihi: 17 Temmuz 2019).
- Mercan, M. ve Karakaya, E. (2013). Sera gazı salınımının azaltılmasında alternatif politikaların ekonomik maliyetlerinin incelenmesi: Türkiye İçin Genel Denge Analizi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (42), 123-139.
- Motorin Türlerine ve Otobiodizele İlişkin Teknik Düzenleme Tebliği. Resmi Gazete: 8.6.2010 tarih ve 27605 sayı.
- Paris Agreement, 2020. en.wikipedia.org/wiki/Paris_Agreement (Erişim Tarihi: 25 Mart 2020).
- Pipe, J. (2013)a. *Dünya Enerji Sorunları, Doğal Gaz Temiz Bir Fosil Yakıt Mı?* Ankara: Tübitak Yayınları.

- Pipe, J. (2013)b. *Dünya Enerji Sorunları, Güneş Enerjisi Bedava Enerji Kaynağı Mı?* Ankara: Tübitak Yayınları.
- Pipe, J. (2013)c. *Dünya Enerji Sorunları, Perol Nereye Kadar?* Ankara: Tübitak Yayınları.
- Republic of Turkey Intended Nationally Determined Contribution, 2015. https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Turkey/1/The_INDC_of_TURKEY_v.15.19.30.pdf (Erişim Tarihi: 3 Ocak 2020).
- Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği. Resmi Gazete: 3.7.2009 tarih ve 27277 sayı.
- Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete: 17.5.2014 tarih ve 29003 sayı.
- Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği. Resmi Gazete: 31.12.2004 tarih ve 25687 sayı.
- TKİ, 2018 Kömür (Linyit) Sektör Raporu, tki.gov.tr/depo/file//TKI%20-%202018%20KÖMÜR%20SEKTÖR%20RAPORU. (Erişim Tarihi: 15.12.2019).
- TÜİK, Sera Gazı Emisyonları (CO₂ eşdeğeri) 1990-2017. [www.tuik.gov.tr/PreTablo.do? alt_id=1019](http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1019). (Erişim Tarihi: 3 Kasım 2019).
- Türkiyılmaz, O. (2019). Türkiye enerji’de nereye gidiyor? Rüzgar ne yöne esiyor? 5. İzmir Rüzgar Sempozyumu, enerji.mmo.org.tr. (Erişim Tarihi: 2 Ocak 2020).
- Ulaşımında Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik. Resmi Gazete: 1 Mayıs 2019 tarih ve 30762 sayı.
- UN, Climate Change, t.y. www.un.org/en/sections/issues-depth/climate-change. (Erişim Tarihi: 5 Ocak 2020).
- UN, Paris Agreement, 2020. [treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY &mtdsg-no=xxvii-7d&chapter=278&long=en](http://treaties.un.org/pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg-no=xxvii-7d&chapter=278&long=en). (Erişim Tarihi: Ocak 2020).
- UN, United Nations Framework Convention On Climate Change, 1992. https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf (Erişim Tarihi: 25 Mayıs 2019).
- UNFCC, Fifth Assessment Report of the IPCC, 2015. <http://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>. (Erişim Tarihi: 1 Haziran 2019).

UNFCCC, What is the Kyoto Protocol. https://unfccc.int/kyoto_protocol, (Erişim Tarihi: 1 Temmuz 2019).

Energy, Environment and Greenhouse Gas

Extended Abstract

1. Introduction

Energy demand, which is one of the basic needs of human beings, has increased with population growth, urbanization and technological development. Energy, which is one of the main factors of economic and social development, is among the most important factors in the formation of national and international policies of countries. It is essential for meeting the basic needs of human beings and raising the standard of living. While energy is indispensable for human beings, its negative impacts on the environment are another fact. The negative effects of energy on air, water, soil and other environmental qualities have increased with the increase in - energy demand. While human beings benefit from energy, they have been trying to reduce its negative environmental impacts and greenhouse gases released into the air. In order to form a basis for this study, studies on the subject have been examined and half a century's development of greenhouse gases on a global scale has been discussed. Greenhouse gas emissions of energy resources were evaluated in detail on a resource basis. International studies to reduce greenhouse gas emissions and the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol studies were examined. In the conclusion section of the study, recommendations were made to reduce greenhouse gas emissions caused by energy.

2. Evaluation and Discussion

With the increase in energy consumption, the negative impacts of energy on the environment have increased. When exhaustible and non-renewable fossil energy sources such as oil, natural gas and coal are used, they release more pollutants and greenhouse gases than renewable energy sources. Gas and other wastes generated during the production, conversion and consumption of fossil fuel have created environmental pollution and the greenhouse effect. The greenhouse effect causes global warming and climate change, making it vital to use alternative energy sources that are less harmful for the environment.

The type and amount of energy sources used vary according to the economic, technical, natural, political and environmental conditions of the day. Fossil fuels such as oil, natural gas and coal are the three most widely used energy sources worldwide. Fossil fuels have met more than 80% of the world energy consumption for many years. Turkey's energy demand has increased every year more than the world average. Because Turkey can't meet the increasing energy demand with domestic sources, it has imported natural gas, oil and coal. Compared to the rest of the world, Turkey uses more natural gas for energy supply while nuclear energy sources are absent.

The main source of air pollution is the burning of fossil fuels. Greenhouse gases are formed as a result of burning fossil fuels such as coal, oil and natural gas. Greenhouse gases increase the

capacity of keeping the temperature in the atmosphere. As these gases accumulating in the atmosphere are permeable to the sunlight that comes to the earth and less permeable to the reflectlight, the part of the energy coming to the earth is absorbed by the greenhouse gases in the atmosphere and causes the earth to heat more than expected. Greenhouse gases cause global warming and global warming cause climate change. Climate change causes negative impact on all living beings on Earth.

An international Kyoto Protocol agreement was signed on 11 December 1997 to work to limit and reduce the emission of greenhouse gases. The protocol entered into force on February 16, 2005. While the Kyoto Protocol, which aims to reduce greenhouse gas emissions, has included mandatory majors to limit the effects of greenhouse gases on climate change globally, it also has important roles in international emissions trading and technology movements.

3. Conclusion

In order to reduce the negative impacts of energy activities on the environment, appropriate legal arrangements should be made. Environmentally friendly technologies should be used and necessary investments should be made to utilize the full potential of hydraulics, wind, solar and other renewable energy. Energy productivity is one of the most important issues in energy policies. For increase energy productivity, appropriate policies should be developed and the most responsible technology should be used.

Fossil fuels are the biggest source of air pollution and greenhouse gas emissions. For this reason, fossil fuels must be evaluated in accordance with environmental standards at every stage from production to consumption and use appropriate technologies. It is important to reduce the share of oil in transportation, use high efficiency vehicles and popularize electric vehicles. United Nations and other international organizations must step up the effort to get countries to commit to reducing greenhouse gas emissions.

It is important to develop nuclear energy, which is a clean energy source in terms of greenhouse gas emissions. It should be noted that nuclear energy has an important role in reducing greenhouse gases in the European Union. Turkey has signed but has not ratified the Paris Climate Contract. By ratifying Paris Contract, Turkey can show that it takes necessary steps to combat climate change in the international community.