



Süleyman Demirel Üniversitesi
YEKARUM e-DERGİ
(Journal of YEKARUM)



Cilt 8, Sayı 2, 32-53, 2023
E - ISSN:1309-9388

Küresel İklim Mücadelesi Ekseninde Türkiye'nin Yeşil Enerji Dönüşümüne Genel Bir Bakış

Reyhan Bilgin PAK^{1*}, Engin ÖZDEMİR²

^{1*} Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Ankara/Türkiye (ORCID: 0009-0008-0838-0702),
reyhanbilginn@gmail.com

² Kocaeli Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Kocaeli, Türkiye,
(ORCID: 0000-0003-0882-332X), ozdemir@kocaeli.edu.tr

(İlk Geliş Tarihi 08/08/2023 ve Kabul Tarihi 21/09/2023)

ÖZET:

Küresel iklim değişikliği tüm dünyayı tehdit eden günümüzün en önemli çevresel problemidir. İklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele edebilmek için tüm sektörlerde sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik ulusal ve uluslararası birçok girişim mevcuttur. Fakat sera gazı salımında en çok paya sahip olan sektörün enerji sektörü olduğu göz önünde bulundurulduğunda enerji sektöründe dönüşümün şart olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Bu nedenle ülkeler artık enerji politikalarını iklim politikalarına uyumlu hale getirecek düzenlemeler yapmaktadırlar. Bu doğrultuda enerji sektöründe başlıca hedef yeşil enerji dönüşümünün gerçekleştirilmesidir. Bu çalışmada; yeşil enerji dönüşümü uygulamalarında iddialı olan seçili ülkelerin iklim mücadelesi ekseninde uyguladıkları yeşil enerji politikaların analizi yapılmış, Türkiye'nin mevcut enerji profili doğrultusunda Türkiye'de yeşil enerji dönüşümünü sağlayacak öneriler geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: İklim değişikliği, karbon nötr hedefleri, yeşil enerji dönüşümü, enerji politikaları

An Overview of Turkey's Green Energy Transformation on the Axis of Global Climate Struggle

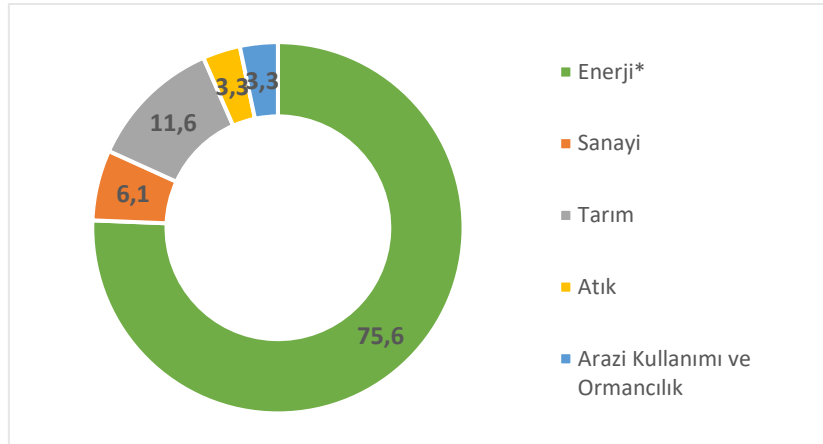
ABSTRACT

Global climate change is the most important environmental problem of today, threatening the whole world. In order to combat the negative effects of climate change, there are many national and international measures to reduce greenhouse gas emissions in all sectors. However, considering that energy sector that has the largest share in greenhouse gas emissions is the energy sector, it is an inevitable fact that transformation in the energy sector is a must. For this reason, countries are now making arrangements to align their energy policies with climate policies. In this direction, the main target in the energy sector is make the green energy transition. In this study; An analysis of the green energy policies implemented by the selected countries, which are assertive in green energy transition practices, on the axis of climate struggle, has been analyzed, in line with Turkey's current energy profile suggestions have been developed to ensure green energy transition in Turkey.

Keywords: *Climate change, carbon neutral targets, green energy transition, energy policies*

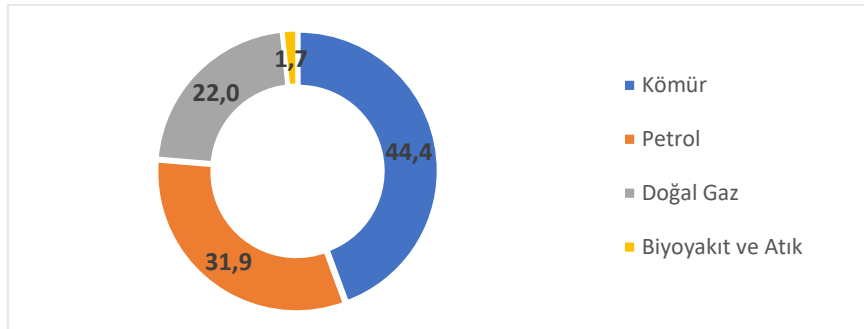
1. GİRİŞ

Enerji insanlığın varoluşundan beri temel ihtiyaçlardan biridir ve artan nüfus, gelişen sanayi, teknolojiye kat edilen yol gibi birçok etken enerji talebinin gün geçtikçe artmasına sebep olmaktadır [1]. Enerji kullanımı çeşitli çevresel problemleri beraberinde getirmektedir. Çevre problemleri arasında en kritik olanı ise antropojenik (insan faaliyetleri) kaynaklı sera gazı emisyonlarının artmasına bağlı olarak küresel ısınmanın oluşması sonucunda meydana gelen iklim değişikliğidir [2]. Özellikle sanayi devriminden sonra daha çok artan enerji kullanımı, küresel çapta en çok kullanılan enerji kaynağı olarak fosil kaynaklar içeriğindeki karbondioksit nedeniyle sera gazı emisyonlarında ciddi artışlara sebep olmuştur [3]. Bu durum enerji sektörünü, küresel sera gazı emisyonlarının %75,6’sından sorumlu olmasına neden olarak küresel ısınmada en çok payı olan sektör haline getirmiştir. (Şekil 1) Enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarında ise en büyük paya %44 oranıyla kömür sahip olmakla birlikte bunu sırasıyla petrol, doğal gaz ve biyoyakıt takip etmektedir. (Şekil 2)



Şekil 1. Küresel çapta sektör bazlı sera gazı emisyonu salımı [4]

*Elektrik, ısınma ve ulaşım amaçlı enerji kullanımını kapsamaktadır.



Şekil 2. 2020 yılı enerji kaynaklı sera gazı emisyonlarının kaynak bazında dağılımı [5]

İklim değişikliği ile mücadeleye katkı sağlayabilmek adına tüm çaba fosil yakıtlardan uzaklaşarak temiz ve çevre dostu olan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak ve %100 yenilenebilir enerjiye geçişi sağlamaya yöneliktir [6]. Ayrıca oluşum hızı tüketim hızından büyük olması nedeniyle kısa vadede yenilenemeyen enerji kaynakları olarak kabul edilen fosil enerji kaynakları enerji arz güvenliği sorunsalını ortaya çıkarmaktadır [7]. Özellikle enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan karşılayan ülkeler için bu durum enerji sektörünü daha da kritik duruma getirmektedir. Bu nedenle son dönemlerde alternatif enerji kaynaklarına yönelim daha da artmış ve güneş, rüzgâr, hidroelektrik, jeotermal gibi temiz ve kendini yenileyebilen enerji kaynakları ön plan çıkmıştır [8].

Diğer taraftan enerji sektörünün karbondan arındırılması için yenilenebilir enerjiye geçiş tek başına yeterli olmamaktadır. İklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele için enerji sektörü özelindeki en önemli çözüm tüm dünya ülkelerinin gündeminde olan ve ülkelerin günümüz enerji politikalarını şekillendiren yeşil enerji dönüşümüdür. Yeşil enerji dönüşümü temelde temiz enerji kaynaklarına dayalı enerji sistemini merkeze alarak temiz enerji uygulamalarıyla sera gazı emisyonlarının azaltılmasını hedefleyen ve bunu yaparken ekolojik dengeye zarar vermeyen bir enerji geçişini ifade etmektedir [9]. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı tarafından ise enerji dönüşümü; 2050 yılına kadar enerji sektörünü fosil yakıtlardan arındırarak sıfır emisyonlu enerji kaynaklarına geçiş olarak tanımlanmaktadır [10].

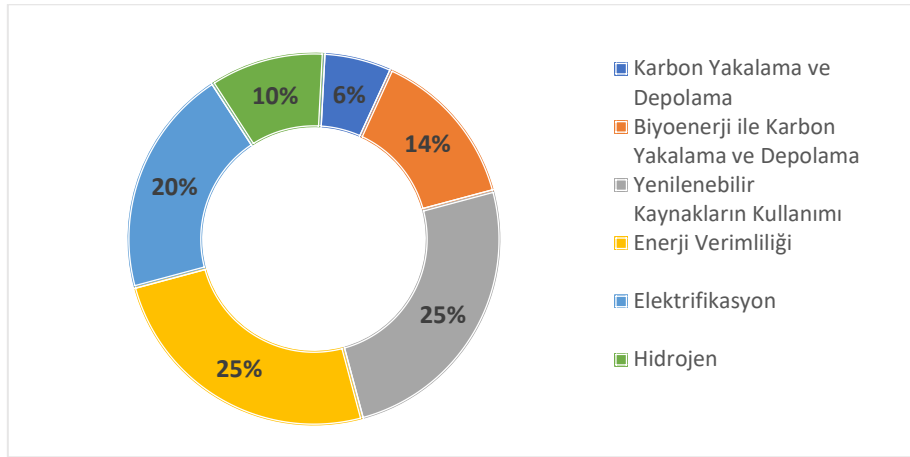
Sera gazı emisyonlarında enerji sektörünün payı göz önüne alındığında enerji sektöründe köklü bir değişikliğe giderek yeşil enerji dönüşümünü sağlanmasının şart olduğu görülmektedir. Bu dönüşümü hızlandırmak adına fosil yakıtlardan uzaklaşmanın yanında atılması gerek bazı adımlar mevcuttur. Bunlar temelde enerji verimliliğinin artırılması, temiz teknolojilerin sisteme entegre edilmesi ve enerji depolama sistemlerinin yaygınlaştırılmasıdır [11]. Yeşil enerji dönüşümünü destekleyecek teknolojik gelişmeler in başında ise enerji depolama, karbon yakalama, kullanma ve depolama (carbon capture, utilisation and storage-CCUS), biyoenerji ile karbon yakalama ve depolama (bioenergy with carbon capture and storage-BECCS) ve hidrojen enerjisi gelmektedir.

Enerji depolama, enerji arzını kesintisiz sağlamaya yönelik geliştirilmiş bir teknolojidir ve karbondan arındırılmış yeşil bir enerji sistemine geçişin kilit noktalarından biridir [12]. Enerji sisteminin karbondan arındırılması yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının yaygınlaştırılması ile mümkün olacaktır. Bu noktada enerji depolama sistemleri üretilen fazla enerjiyi depolayarak hava koşullarından ve dış etkenlerden etkilenen yenilenebilir enerji üretimine sağladığı esneklik ile arz güvenliğini garanti altına almaktadır. Enerji arz

güvenliğinin yanında 2050 karbon nötr hedefini sağlamada destekleyici bir teknoloji olması nedeniyle geliştirilen çeşitli politikalar ile yaygınlaştırılmaya çalışılmaktadır.

Karbon yakalama, kullanma ve depolama; çelik, çimento gibi endüstriyel işlemler ile fosil kaynaklara ve biyokütleyle dayalı enerji üretimi sonucu açığa çıkan karbondioksitin yakalanarak uygun bir jeolojik alana taşınıp depolanmasına dayalı bir teknolojidir [13]. CCUS teknolojisi atmosferi karbondan arındırmasıyla küresel iklim mücadelesinde ve 2050 karbon nötr hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önemli bir yere sahiptir [14]. Yine biyokütle kaynaklı enerji üretim santrallerine entegre edilen biyoenerji ile karbon yakalama ve depolama (BECCS) teknolojisi de biyokütleden enerji üretimi sırasında salınan CO₂'yi yakalama ve depolama işlemidir [15].

Suyun elektrolizi yöntemiyle üretilen yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı yeşil hidrojen ise sera gazı emisyonu salımı yapmaması nedeniyle yeşil enerji dönüşümü için vazgeçilmez olmaktadır [16]. 2020 yılında yayımlanan AB Hidrojen Stratejisi ile hidrojenin iklim değişikliği için öneminin yanında enerji yoğun endüstriyel süreçlere ve ulaşım sektörüne entegre edilerek karbondan arındırılmış bir ekonomiye geçmenin temel taşı olduğunun altı çizilmiştir [17]. Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı 2022 Dünya Enerji Geçişi Görünümü raporuna göre ise enerji sektöründe uygulanacak altı farklı uygulama ile 2050 yılına kadar karbondioksit emisyonunda 36.9 Gt azalma sağlanabilecektir. (Şekil 3) Bu senaryo dikkate alındığında CCUS, BECCS ve hidrojen enerjisinin enerji kullanımı kaynaklı sera gazı emisyonlarının azaltılmasına büyük katkı sağlayacağı görülmektedir.



Şekil 3. 2050 yılına kadar emisyonları azaltabilecek altı uygulama [18]

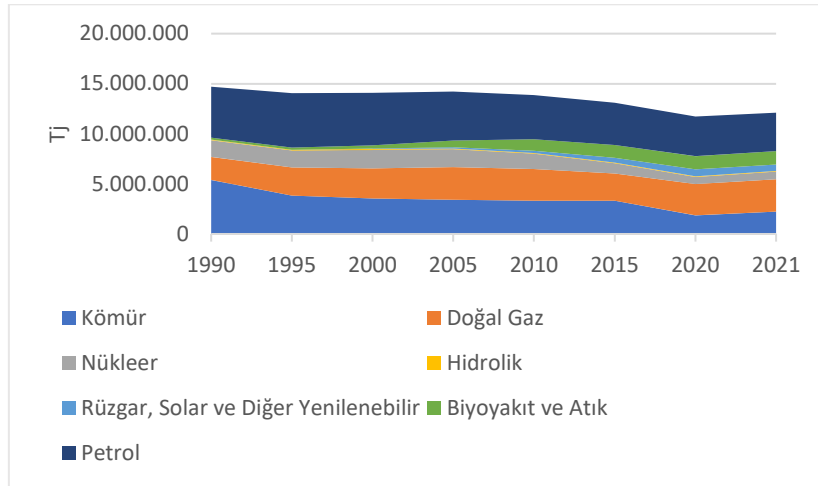
Yeşil enerji dönüşümü sadece iklim değişikliğinin bir getirisi değil aynı zamanda ülkelerin sürdürülebilir bir ekonomiye geçişinin de anahtarıdır [19]. Düşük maliyetli enerji üretimine imkân vererek rekabet gücünü artıran bu dönüşüm, yerli ve yenilenebilir enerji

kaynaklarının yaygınlaştırılmasıyla artan enerji talebinin karşılanmasını sağlayarak ekonomik bağımsızlığın kazanılmasına katkı sağlamaktadır [20]. Yeşil enerji dönüşümü ayrıca iklim değişikliğinin olumsuz etkileriyle mücadele amacıyla Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında her yıl düzenlenen Taraflar Konferansı (COP)’nın gündeminde yer almakta ve Paris İklim Anlaşmasının hedeflerinin gerçekleştirilmesinde önem arz etmektedir. Bunun yanında Avrupa Yeşil Mutabakatı ile yine fosil enerji kaynaklarının kullanımının sınırlandırılmasıyla temiz enerji kaynaklarının yaygınlaştırılmayı amaçlanmaktadır [21].

2. SEÇİLİ ÜLKELERİN YEŞİL ENERJİ POLİTİKALARI

2.1 Almanya

Almanya günümüz küresel sorunlarından en önemlisi olan iklim değişikliği ile mücadelesini hem uluslararası platformlarda iş birliği ile hem de ulusal faaliyetleriyle hız kesmeden sürdürmektedir. Bu kapsamda enerji sektöründeki politikaları da enerji sektörünü karbondan arındırarak iklim değişikliğine katkı sağlamaya yöneliktir. Mevcut durumda Almanya enerji arzında fosil yakıtlara bağlı ülkelerdendir. Almanya’nın enerji profiline bakıldığında yıllar itibarıyla nükleer enerjinin büyük oranda azaldığı ve yerini biyoenerji, atık, rüzgâr ve güneş enerjisi aldığı görülmektedir. Her ne kadar son yıllarda yenilenebilir enerjiye yatırım artmış olsa da Almanya hala enerji ihtiyacının büyük bir kısmını fosil yakıtlardan karşılamaktadır. (Şekil 4)



Şekil 4. Almanya için kaynak bazında enerji arzı [22]

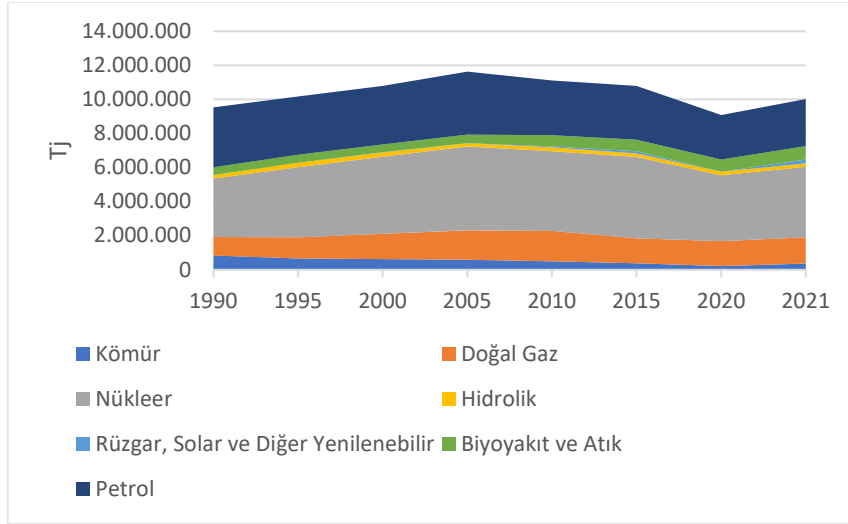
Almanya’nın tüm sektörlerde iklim hedeflerine ulaşmasına yönelik bir planı olan 2022 yılı Acil İklim Eylem Programı kapsamında; 2030 yılına kadar yenilenebilir enerjiye dayalı elektrik üretimini %80’e çıkarmayı hedeflemektedir [23]. Diğer taraftan Almanya’nın enerji

dönüşümünü sağlayabilmesi ve ulusal iklim hedeflerine ulaşabilmesi için planladığı bir diğer girişim kömürden çıkıştır [24]. 2020 yılında Kömüre Dayalı Enerjinin Azaltılması ve Sonlandırılması ve Diğer Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun yürürlüğe girmiştir. Kanun kapsamında Almanya'nın 2038 yılına kadar kömürden aşamalı olarak çıkması planlanmaktadır. Yasa yürürlüğe girdiği tarihten itibaren yeni termik santrallerin faaliyete geçmesine izin vermemektedir. Ayrıca Ocak 2020 tarihinden önce işletmeye alınmış taş kömürlü ve linyitli termik santrallerde üretimin 2022 yılının sonuna kadar 15 GW'a düşürülmesini ve 2030 yılına kadar taş kömürü için 8 GW'a, linyit için 9 GW'a düşürülmesini şart koymuştur [25].

Yapılan yeni düzenlemelerle kömürden çıkış tarihinin 2030'a çekilmesi gibi bir çalışma gündemdedir. Fakat yaşanan enerji krizinden dolayı 2022 yılında kapatılması gereken iki linyit santralinin 2024 yılına kadar faaliyette kalması kararlaştırılmıştır [26]. Almanya 2000 yılında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eden ve 20 yıl boyunca tarife garantisi veren Yenilenebilir Enerji Kaynakları Yasası (Erneuerbare-Energien-Gesetz- EEG) kapsamında 2010 yılında Enerji Konsepti'ni ve akabinde Energiewende olarak adlandırılan enerji politikası geliştirilmiştir [27]. Energiewende, Almanya'nın düşük karbonlu enerji sistemine geçiş planıdır ve nükleer enerjiyi kademeli olarak kaldırmayı amaçlamaktadır [28].

2.2 Fransa

Fransa, Avrupa Birliği'nin en büyük ve nüfus yönünden en kalabalık ikinci ülkesidir. Avrupa'nın ikinci en büyük rüzgâr kaynağı ve deniz bölgesi olmasının yanında güneş enerjisi ve hidroelektrik gibi önemli yenilenebilir enerji kaynaklarına rağmen enerji arzı bakımından büyük oranda nükleer enerjiye bağlıdır [29]. 2020 yılında Fransa'nın enerji arzının %42'lik kısmı, elektrik üretiminin ise %77'lik kısmı nükleer enerjiden sağlanmıştır. 1990-2021 yılları arasındaki enerji eğilimine bakıldığında ise yenilenebilir enerji kaynaklarının enerji üretimindeki payının artarken fosil yakıt kullanımının azaldığı görülmektedir. (Şekil.5)



Şekil.5. Fransa için kaynak bazında enerji arzı [22]

Fransa yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırmak için enerji kaynağının türüne ve kapasitesine göre 20 yıl süreli prim tarifi ve tarife garantisinin yanında vergi düzenlemesi, sübvansiyon ve kredi imkânları gibi çeşitli teşvik mekanizmaları uygulamaktadır [30]. Yine de toplam enerji arzı içerisinde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı oldukça sınırlı durumdadır. 17 Ağustos 2015 tarihinde çıkardığı ‘Yeşil Büyüme için Enerji Geçişi Yasası’ sayesinde enerji geçişi alanında referans konumunda bir ülkedir. Bu yasa ile yenilenebilir ve temiz enerjiden döngüsel ekonomiye kadar birçok alanda yeşil büyümeyi teşvik ederek sera gazı emisyonunu azaltmayı hedeflemektedir. Yasa kapsamında; 2030 yılına kadar fosil yakıt kullanımını %30 azaltmak, 2025 yılına kadar nükleer enerjinin elektrik üretimindeki payını %50’ye düşürmek, 2030 yılına kadar yenilenebilir kaynakların payını enerji tüketiminde %32’ye ve elektrik üretiminde %40’a çıkarmak, 2012 yılına kıyasla 2050 yılına kadar nihai enerji tüketimini %50 düşürmek gibi hedeflere sahiptir [31].

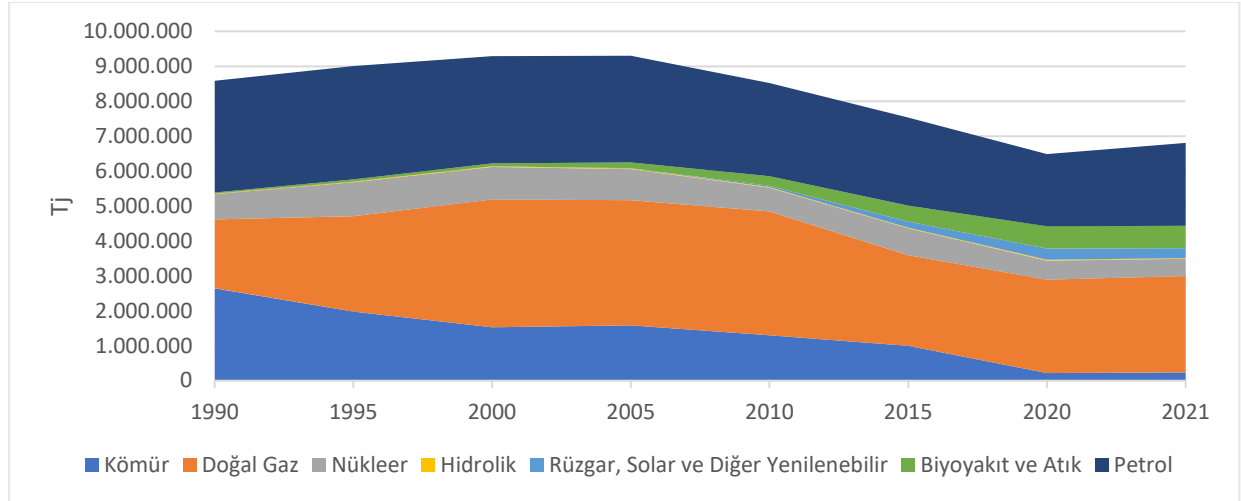
8 Kasım 2019 tarihinde ise iklim eyleminin uygulanabilirliğini güçlendirmek adına Enerji ve İklim Yasası kabul edilmiştir. Bu kapsamda Enerji Geçiş Yasası’nda 2030 yılına kadar fosil yakıtlarda %30 olan azalma hedefi Enerji ve İklim Yasası’nda %40 olarak revize edilmiştir [32]. Bunun yanında Fransa 2022 yılı sonuna kadar kömürden çıkmayı taahhüt etmiştir [33]. Ancak Fransa doğal gaz arzının %20’sini Rusya’dan sağlamaktadır. Rusya-Ukrayna arasında yaşanan savaş nedeniyle doğal gaz fiyatları artmış ve enerji arzı tehlikeye girmiştir. Bu nedenle 2021 yılında enerji arzının %1’lik kadar çok küçük bir oranı kömürden sağlanmış olsa da savaş nedeniyle kömürlü termik santrallerin bir tanesi için tekrardan geri açılma fikri gündemdedir [34].

2020 yılında enerji verimliliğine ve tasarrufuna odaklı çok yıllık enerji programını (The multi-annual energy programs –PPE) kabul eden Fransa enerji programının rehberliğinde 2019-2023 ve 2024-2028 olmak üzere iki farklı dönemi kapsayan enerji ve iklim stratejisi yayımlanmıştır. Strateji 2050 yılına kadar karbon nötr olmayı ve yeşil enerji geçişini hızlandırmayı sağlayacak hedefler ve adımlar içermektedir [35]. Temelde 60 ana hedeften oluşan strateji toplam enerji ve kömür tüketimini 2023 yılına kadar %66, 2028 yılına kadar %80 oranında azaltmak ve 2035 yılına kadar nükleer enerjinin enerji arzındaki payını %50 azaltmak gibi temel hedefler doğrultusunda enerji sektörüne karbondioksit emisyonlarının azaltılması yönünde ivme katmaktadır [36].

2.3 Birleşik Krallık

Birleşik Krallık iklim ve enerji politikaları bakımından entegre bir sisteme sahiptir. 31 Ocak 2020 tarihinde kendi yasalarının, sınırlarının ve paralarının kontrolünü elinde tutmak ve her alanda bağımsız bir devlet olabilmek adına Brexit olarak adlandırılan politikası ile Avrupa Birliği'nden ayrılarak 2020 yılına kadar iklim ve enerji politikaları bakımından AB mevzuatına bağlı olan Birleşik Krallık, Brexit sonrasında kendi hedeflerini belirlemeye başlamıştır [37].

Birleşik Krallık 2021 yılında enerji arzının %76'sını fosil yakıtlar, %15'ini yenilenebilir enerji kaynakları ve %9'unu nükleer enerjiden karşılamıştır. Kömürün elektrik üretimindeki payı 2010 yılında %28'ken bu pay 2020 yılında %2'ye düşmüştür. (Şekil 6) Ayrıca 2015 yılından 2025 yılına kadar elektrik üretiminde kömürün kullanımını aşamalı olarak kaldırmayı planladığını duyurmuş [38] ve 2021 yılında yapılan düzenleme ile kömürün tamamen kaldırılması için planlanan yılı 2024 olarak güncellenmiştir [39]. Ayrıca enerji talebini azaltarak ve enerjiyi yenilenebilir enerji kaynaklarından temin ederek 2035 yılına kadar elektrik sektörünün tamamen karbondan arındırmayı hedeflemektedir. Bu kapsamda 2050 yılına kadar elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payını %80'e çıkarmak, güneş ve rüzgar enerjisine yatırımları artırarak 2050 yılında rüzgar enerjisinden 430 TWh üretim ve güneş enerjisinden 85 TWh üretim gibi hedefleri bulunmaktadır [40].



Şekil 6. Birleşik Krallık için kaynak bazında enerji arzı [22]

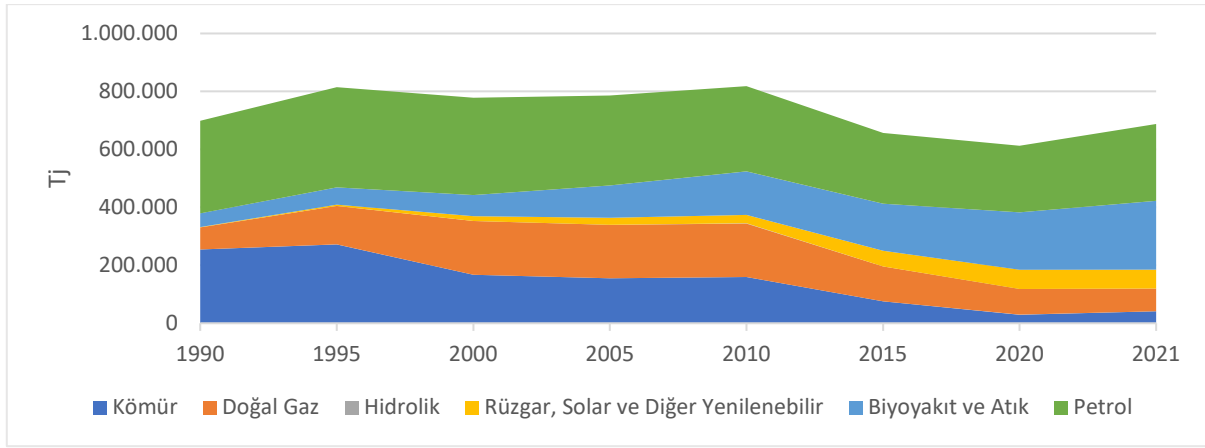
Birleşik Krallık, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını yaygınlaştırmak için ilk olarak 2002 yılında hazırlanan ve 2014'te tekrardan revize edilen yenilenebilir enerjiye geçiş programı kapsamında 2037 yılına kadar yenilenebilir enerji kaynaklarına teşvik verilmesini kararlaştırılmıştır [41]. Diğer taraftan 2017 yılında kabul edilen Temiz Büyüme Stratejisi ile ulaşım, sanayi, enerji ve tarım gibi birçok sektörde önemli noktaların altı çizilmiş ve bu doğrultuda; 2030 yılına kadar endüstri ve iş yerlerindeki enerji verimliliğini en az %20 artırmak, ısınmada fosil yakıtların kullanımını sınırlandırarak düşük karbonlu ısınmayı yaygınlaştırmak, 2025 yılına kadar elektrik üretimi amacıyla kömür kullanımını kademeli olarak sınırlandırılmak, 2040 yılına kadar benzin ve dizelle çalışan araçların satışını sonlandırarak düşük karbonlu ulaşımına geçişi hızlandırmak gibi karbondan arındırma yolunda birçok hedef belirlenmiştir [42]. Ayrıca yine 2021 yılında yayımlanan Net Sıfır Stratejisi fosil yakıtlardan uzaklaşmayı, temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi hızlandırmayı, karbon yakalama ve depolama teknolojilerinin geliştirilip yaygınlaştırılmasını teşvik eden bir politikadır. Birleşik Krallık 1990 yılına kıyasla 2019 yılında ekonomisini %78,7 büyütürken sera gazı emisyonlarında %44 azaltım sağlamıştır [43]. Bu durum büyük ekonomisi olan birçok ülke arasında Birleşik Krallık'ın çok önde olduğunu göstermektedir.

2.4 Danimarka

Danimarka 2022 Çevre Performans Endeksi'ne göre çevre politikalarının sürekliliği ve iklim değişikliğiyle mücadelesi ile küresel çapta yeşil lider konumundadır [44]. Her yıl Nisan ayında İklim Yasasının hedeflerinin yerine getirilip getirilmediğinin incelenmesi ve mevcut durumun değerlendirilmesi adına Danimarka Enerji Ajansı tarafından Enerji ve İklim Görünümü raporlarının devamı niteliğinde olan 'İklim Durumu ve Görünümü' raporu hazırlanmaktadır

[45]. 1970 yılına kadar enerji üretiminin neredeyse tamamı ithal petrole dayalı olan Danimarka yaşanan petrol krizi sonrasında artan petrol fiyatları ve küresel enerji kıtlığı nedeniyle enerji politikalarında zamanla değişikliğe giderek enerjinin daha verimli kullanıldığı ve yenilenebilir kaynaklara dayalı bir enerji modeline geçiş yapmıştır. Bu kapsamda 1976 yılında ilk enerji planını geliştirmiş ve 1986 yılında nükleer enerjiyi tamamen reddetmiştir [46].

Diğer taraftan Danimarka enerji sisteminde biyoenerjinin önemli bir yeri vardır. Toplam enerji arzına bakıldığında yenilenebilir enerji kaynakları içinde en büyük paya biyoenerji sahiptir. (Şekil 7) Ayrıca kömürü kademeli olarak azaltma politikası kapsamında yerine biyokütleyi yaygınlaştırmayı planlamaktadır. Fosil yakıtların elektrik ve ısı üretimindeki payını ise %89 düşürmeyi hedeflemektedir [45].



Şekil 7. Danimarka için kaynak bazında enerji arzı [22]

Danimarka 2030 yılına kadar elektrik üretiminin %100'ünü ve toplam enerji arzının %55'ini yenilenebilir enerjiden karşılamayı hedeflemektedir [47]. Bu kapsamda 2018 yılında çıkardığı Enerji Anlaşması ile iklim çerçevesinde enerji sektöründe gerçekleştirilmesi gereken hedeflerin altını çizmiştir. Enerji Anlaşması; 2030 yılına kadar kömürün aşamalı olarak kaldırılmasını ve 2.400 MW açık deniz rüzgâr çiftliği kurulmasını hedeflemektedir. Ayrıca AR-GE çalışmaları, enerji tasarrufu ve yeşil teknolojilerin gelişimi için ayrılan hibelere ayrı ayrı yer verilmiştir [48].

Elektrik üretiminde rüzgâr enerjisi tüm kaynak türleri içerisinde yarıdan fazla paya sahip olarak Danimarka'yı bu alanda bir dünya lideri yapmaktadır [49]. Danimarka, ayrıca açık deniz rüzgâr enerjisinden faydalanarak dünyanın ilk enerji adalarını kurmuştur. Enerji adaları rüzgâr türbinleri aracılığı ile hem Danimarka hem de civar ülkeler için yeşil enerji kaynağı olmaktadır. Bu sayede Danimarka ve Avrupa ülkelerinin fosil yakıtlardan uzaklaşmasına katkı sağlaması

planlanmaktadır. 2030 yılında tamamlanması planlanan enerji adaları Kuzey Denizi’nde 3 GW ve Baltık Denizi’nde 2 GW olmak üzere toplamda 5 GW’lık güç sağlayabilecektir [50].

2.5 Türkiye

Türkiye enerji arzında büyük oranda fosil yakıtlara dolayısıyla petrol ve doğal gaz rezervinin sınırlı olması nedeniyle dışarıya bağımlıdır. Türkiye’nin artan nüfus ve gelişen sanayisi nedeniyle enerji talebi ve dolayısıyla enerji alanında yaptığı yatırımlar hızla artmaktadır. Ayrıca yine arz güvenliğini sağlama adına enerji üretiminde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artmıştır. Fakat bu artışa sadece arz güvenliğinin sebep olduğu söylenemez. Son yıllarda iklim değişikliği ile mücadele kapsamında sera gazı emisyonlarının başlıca kaynaklarından biri olan enerji sektöründe temiz ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçiş için küresel bir çaba gösterilmektedir.

Enerji sektörü kaynaklı sera gazı emisyonlarını azaltmak için iklim alanındaki çalışmalarını gerek uluslararası iş birliği gerekse ulusal faaliyetleriyle sürdüren Türkiye, birçok anlaşmaya ve müzakerelere taraf olmuştur. 30 Eylül 2015 tarihinde Niyet Edilen Ulusal Olarak Belirlenmiş Katkı Beyanını (NDC) Sözleşme Sekreteriyasına sunarak bu kapsamda referans senaryoya göre sera gazı emisyonlarında 2030 yılına kadar %21 oranına kadar azaltım hedefi belirlemiş ve Paris Anlaşması’nı 22 Nisan 2016 tarihinde New York’ta imzalamıştır. 7 Ekim 2021 tarihinde ise “Paris Anlaşmasının Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun” Resmî Gazete ’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir [51]. Türkiye, Paris İklim Anlaşmasına taraf olarak anlaşmanın taraflara yüklediği sorumlulukları da kabul etmiştir. Bu kapsamda Türkiye 2053 “sıfır emisyon” hedefini belirlemiş ve 2030 yılına kadar fosil yakıtların kullanımını sınırlayarak yenilenebilir enerjinin payını artırmayı, yutak alanları korumayı ve karbondioksit salımını azaltmayı taahhüt etmiştir [52].

Yine 2021 yılında Türkiye Ticaret Bakanlığı tarafından 2019 yılında kabul edilen Avrupa Yeşil Mutabakatı çerçevesinde Yeşil Mutabakat Eylem Planı yayımlanmıştır. Eylem Planı’nda 9 başlık altında Mutabakat hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik 31 hedef ve 81 eyleme yer vermiştir. Temiz, ekonomik ve güvenli enerji arzı başlığı altında ise enerji kaynaklarının verimli kullanılması, etkin bir enerji yönetiminin uygulanması ve enerjinin düşük maliyetle, sürdürülebilir ve çevresel etkilerini göz önünde bulundurarak sağlanmasını amaçlayan bir strateji geliştirilmiştir [53].

Türkiye son NDC’sini ise 2022 yılında COP27’de açıklayarak %21 olan emisyon azaltım hedefini %41 olarak güncellemiştir. Bu kapsamda sera gazı emisyonlarının azaltılmasına

yönelik enerji, sanayi, ulaşım, inşaat, tarım, atık ve ormancılık faaliyetleri için önlemler ve hedeflere ayrı ayrı yer verilmiştir [54].

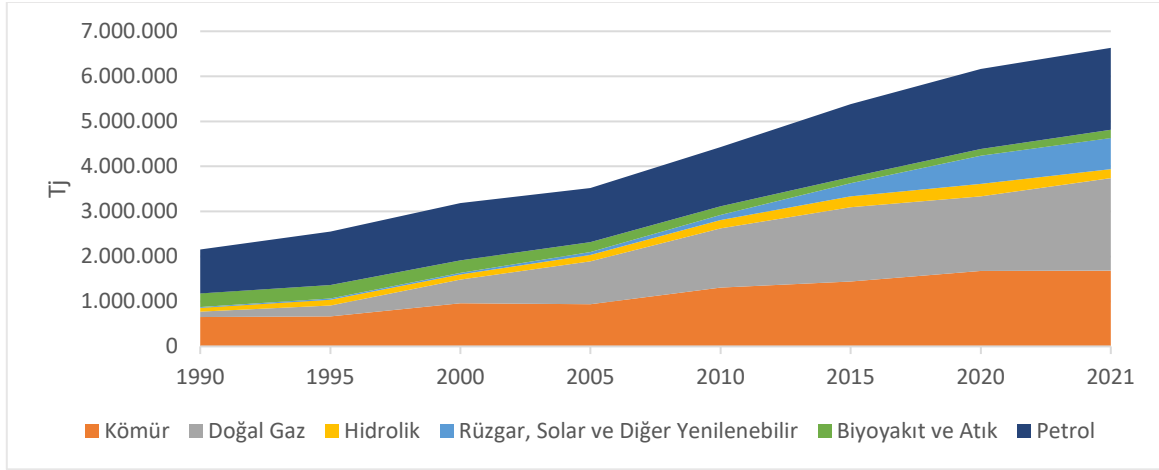
Diğer taraftan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından yayımlanan Türkiye elektrik üretimi ve elektrik tüketim noktası emisyon faktörleri bilgi formu kapsamında Türkiye’de fosil yakıtlardan bir birim elektrik üretimi esnasında salınan emisyon miktarı **Tablo 1**’de [55] görülmektedir. Enerji sektörü içindeki sera gazı emisyonlarının başlıca nedeni olan fosil yakıtlar içinde sera gazı salımında en çok payı olan yakıt türleri kömür ve türevleridir.

Tablo 1. Türkiye için yakıtlara göre elektrik üretim emisyon faktörleri

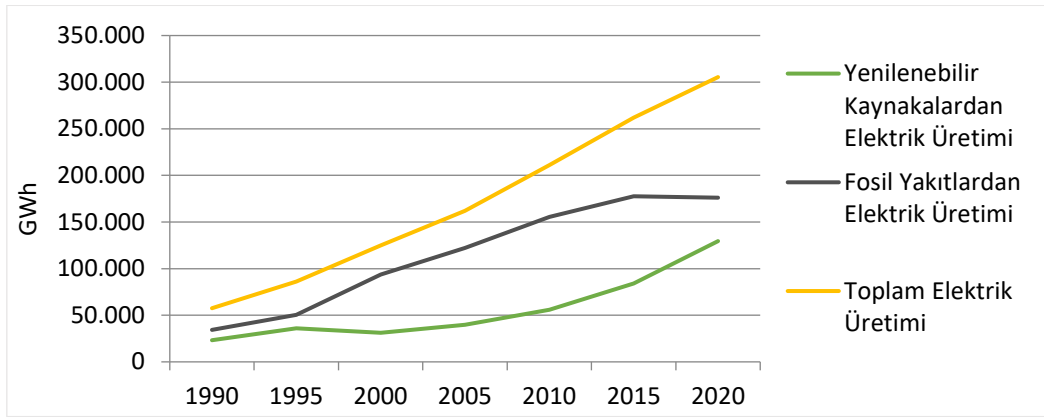
Yakıt Türü	Sera Gazı Salımı (tCO²-eşd./MWh)
Linyit	1,279
Taş Kömürü	1,100
Asfaltit	1,177
İthal Kömür	0,872
Doğal Gaz	0,376
Fuel Oil	0,644
Motorin	0,645

Mevcut durumda Türkiye’nin Kurulu gücü 103.809 MW’a ulaşmıştır. Kurulu güçteki en büyük pay 25 bin MW ile doğal gaz ve ardından 23 bin MW ile barajlı hidroelektrik santrallere aittir. Yenilenebilir enerjiye dayalı kurulu güç toplam kurulu gücün %54’ünü oluşturmaktadır. Elektrik üretiminde ise %64 oranıyla yine fosil yakıtlara bağımlı ülkeler arasındadır [56]. Enerji arzına bakıldığında ise %83 gibi büyük bir oranla fosil yakıtlara bağlı olduğu görülmektedir. (Şekil 8) Enerji arzında fosil yakıtların kullanımı her ne kadar artış eğiliminde olsa da elektrik üretiminde fosil yakıtların payı azalmakta ve yenilenebilir enerjinin payı artmaktadır. (Şekil 9)

2010 yılında Türkiye Cumhuriyeti Hükümeti ile Rusya Federasyonu Arasında Akkuyu Sahasında Bir Nükleer Güç Santralini Tesisine ve İşletimine Dair İşbirliğine İlişkin Anlaşma” ve 2013 yılında Sinop Nükleer Santrali için Japonya ile nükleer santral yapımı ve iş birliğine ilişkin hükümetler arası anlaşma imzalanmıştır. 2018 yılında ilk temelleri atılan Akkuyu Nükleer Güç Santrali’nin ilk ünitesinin 2023 yılında devreye alınması planlanmaktadır [57].



Şekil 8. Türkiye için kaynak bazında enerji arzı [22]



Şekil 9. Yıllara göre Türkiye'nin elektrik üretimi [58]

Türkiye'nin enerji talebi her geçen yıl artmaktadır. 2011 yılında 229.395 GWh olan elektrik enerjisi talebi 2021 yılında %46 artarak 332.871 GWh'a ulaşmıştır [56]. Artan enerji talebini karşılarken yatırımların yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik olması yeşil enerji dönüşümünün sağlanabilmesi için şart olmuştur. Bu nedenle Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelinin bilinmesi ve yatırım planlarına dahil edilmesi önem arz etmektedir. Coğrafi konumu ve iklim şartları göz önüne alındığında Türkiye güneşten ısı ve elektrik üretimi için avantajlı bir durumdadır. Güneş Enejisi Potansiyeli Atlası verilerine göre; Türkiye ortalama günlük güneşlenme süresi 7,5 saat/gün, günlük ortalama güneş enerjisi ise 4,18 kWh/m²'dir [59]. Yine tarımsal ve hayvansal faaliyetlerin yaygın olması nedeniyle biyokütle enerjisi yönünden avantajlı bir ülkedir. Türkiye Biyokütle Enerjisi Potansiyeli Atlası tarafından yayımlanan verilere göre Türkiye'deki atıkların enerji eşdeğeri 34.002.549 TEP/yıl'dır [60]. Türkiye rüzgâr enerjisi potansiyeli 47.849 MW olarak belirlenmiştir. Bu potansiyele karşılık gelen toplam alan Türkiye yüz ölçümünün %1,3'una denk gelmektedir [61]. Türkiye'de yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde en çok paya sahip olan hidrolik enerji kaynaklarının

yıllık teorik potansiyeli 433 milyar kWh, ekonomik potansiyel ise 160 milyar kWh/yıl’dır. Türkiye teorik hidroelektrik potansiyeli dünya teorik potansiyelinin %1’i, ekonomik potansiyeli ise Avrupa ekonomik potansiyelinin %16’sıdır [62]. Türkiye’nin muhtemel jeotermal ısı potansiyeli 35.500 MWt, elektrik üretimi için olan potansiyeli ise 4.500 MWe olarak tahmin edilmektedir [63].

Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik etmek ve bu alandaki yatırımları artırmak amacıyla belirli teşvik mekanizmaları oluşturmuştur. Bunlardan ilki 2013 yılında yayımlanan ‘Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Belgelendirilmesi ve Desteklenmesine İlişkin Yönetmelik’ kapsamında oluşturulan YEKDEM’dir. YEK destekleme mekanizması ile yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim lisansı olan tüzel kişilere belirli bir fiyat üzerinden 10 yıl boyunca sabit bir fiyattan alım garantisi verilmektedir [64]. YEKDEM, 31.12.2020 tarihinde bitecek şekilde tasarlanmıştır fakat daha sonra yapılan düzenleme ile 30.06.2021 tarihine kadar uzatma kararı alınmıştır. 20.01.2021 tarihinde resmî gazetede yayımlanan karar kapsamında ise 1 Temmuz 2021 ve 31 Aralık 2025 tarihleri arasında işletmeye girecek tesisler için destek mekanizması Türk Lirası olarak belirlenmiş olup alım fiyatları yine 10 yıl süre ile verilmesi kararlaştırılmıştır [65].

Yerli ve yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi, enerji maliyetlerinin düşürülmesi ve enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlama amacıyla 2016 yılında Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları Yönetmeliği (YEKA) yayımlanmıştır. YEKA alanları bölgenin enerji potansiyeli, kurulu güç potansiyeli ve ilgili alandaki kaynak verimliliği dikkate alınarak teknik ve idari çalışmalar neticesinde belirlenmektedir. İlk YEKA yarışması 2017 yılında düzenlenen Konya / Karapınar’da güneş enerjisine dayalı elektrik üretimini amaçlayan YEK GES-1’dir. 2018 yılında ise ilk rüzgâr YEKA ihalesi olan YEKA RES-1 düzenlenmiştir. YEKA kapsamında güneşte 3.000 MW, rüzgârda ise 2.850 MW olmak üzere 5.850 MW’lık yarışma tamamlanmıştır [66].

Türkiye enerji arzında yenilenebilir enerji kaynaklarının payını daha da artırarak 2022 Ulusal Enerji Planı kapsamında 2035 yılına kadar toplam kurulu gücü 189.7 GW’a, güneş enerjisinde 52,9 GW’a, rüzgâr enerjisinde 29,6 GW’a, nükleer enerjide 7,2 GW’a çıkmayı ve elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payını %54’e çıkarmayı hedeflemektedir [67]. Ayrıca 6 Eylül 2023 tarihinde yayımlanan 2024-2026 Orta Vadeli Program ile temiz ve sürdürülebilir enerji, enerji verimliliği, yeşil dönüşüm kapsamında sera gazı emisyonu azaltımı ve elektrifikasyon gibi konularda politika ve tedbirler açıklanmıştır. Bu kapsamda yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı enerji arzını artırmak, yerli ve milli enerji kaynaklarımız ile enerjide

dışa bağımlılığı azaltmak, nükleer enerjiyi arz kaynakları arasına eklemek, enerji alanında teknolojik gelişmeyi sağlayacak AR-GE faaliyetlerini desteklemek ve sürdürülebilir yeşil finansman sağlamak gibi hedeflerin altı çizilmiştir [68].

Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim yıllar itibarıyla artış göstermiş, bu alana yatırımlar önem kazanmış ve Türkiye enerji alanında öncü rol üstlenmiştir. Bu kapsamda toplam yenilenebilir enerji kurulu gücüyle Avrupa’da altıncı, dünyada on dördüncü sırada yer almaktadır. Ayrıca Türkiye hidroelektrikte Avrupa’da ikinci dünyada dokuzuncu, jeotermal enerjide Avrupa’da birinci dünyada dördüncü, rüzgâr enerjisinde Avrupa’da yedinci dünyada on ikinci, güneş enerjisinde ise Avrupa’da sekizinci dünyada on altıncı sırada yer almaktadır.

Yine de **Tablo 2**’de [22] [69] ülkelerin toplam enerji arzında yenilenebilir enerjinin payı ve enerji sektörü kaynaklı karbondioksit salımı değişimi görülmektedir. 1990 ve 2021 yıllarında toplam enerji arzında yenilenebilir enerjinin payına bakıldığında Almanya, Fransa, Birleşik Krallık ve Danimarka’nın artış gösterdiği, Türkiye’nin ise düşüş yaşadığı görülmektedir. Ayrıca 1990 yılına kıyasla 2021 yılında karbondioksit değişimine bakıldığında yine Almanya, Fransa, Birleşik Krallık ve Danimarka’nın azaltım sağlayabilirken Türkiye’nin karbondioksit salımında artış gerçekleşmiştir. Enerji sektöründe karbondioksit salımı değişiminde tek etken yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı olmasa da Tablo 2 karbondioksit salımında azaltım sağlayabilen ülkelerin yenilenebilir enerji kaynaklarının payını artırmayı başarabilen ülkeler olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Ülkelerin toplam enerji arzında yenilenebilir enerjinin payı ve enerji sektörü kaynaklı karbondioksit salımı değişimi

Ülke	1990 Yılı Yenilenebilir Enerji Payı (%)	2021 Yılı Yenilenebilir Enerji Payı (%)	1990-2021 Yıllarında CO ₂ Değişimi (%)
Almanya	1,8	17	-40
Fransa	6,9	12,1	-26
Birleşik Krallık	0,5	13,9	-67
Danimarka	7,2	44	-72
Türkiye	18,8	16,2	+319

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Enerji politikaları ülkelerin enerji talebi, enerji kaynak çeşitliliği, enerjide ithalat-ihracat dengeleri, ekonomik imkânlar gibi ulusal şartlarını göz önünde bulundurularak iklim eylemlerine entegre olarak geliştirilmektedir. Bu çalışmada yapılan analizler ülkelerin enerji sektöründe yapılan yasal düzenlemeler, geliştirilen stratejiler ve devlet tarafından verilen

teşvikler ile enerji sistemini karbondan arındırarak yeşil enerji dönüşümünü hızlandırmayı ve enerjinin verimli, güvenli ve temiz olarak teminini sağlamayı amaçladığını göstermektedir.

Türkiye yenilenebilir enerji alanında yıllar itibarıyla gelişim göstermiş ve yenilenebilir enerji kurulu gücüyle Avrupa’da altıncı, dünyada on dördüncü sırada yer alarak yenilenebilir enerji alanında iddialı olduğunu göstermiştir. Fakat Türkiye’nin yenilenebilir enerji potansiyeline rağmen yenilenebilir enerji kaynaklarından enerji arzının hava şartları ve mevsimsel döngüler gibi dış etkenlerden etkilenmesi Türkiye’nin enerji dönüşümünün tam anlamıyla sağlanmasının önünde bir engel teşkil etmektedir. Bu noktada gün içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının verimli olduğu zamanlarda üretilen fazla enerjiyi depolayabilen enerji depolama sistemlerinin yaygınlaştırılması arz güvenliğinin sağlanması ve iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağlanması adına en önemli çözümlerden biri olarak görülmektedir.

Diğer taraftan ilk olarak 2021 yılında Glasgow’da düzenlenen 26.Taraflar Konferansı’nda “unabated coal” olarak ifade edilen etkisi hafifletilmemiş kömür kullanımının kademeli olarak azaltılmasına yönelik çağrı yapılmış ve bu çağrı 2022 yılında Mısır’da gerçekleştirilen 27.Taraflar Konferansı’nda tekrarlanmıştır. Kömürün olumsuz etkilerini hafifletmek, kömürü kaynak olarak kullanan tesislere karbon yakalama, kullanma ve depolama sistemlerini entegre edilmesi mümkün olabilmektedir. Bu nedenle kömürün sebep olduğu karbondioksit salımı dikkate alındığında enerji arz güvenliğini ön planda tutarak kömürün enerji arzındaki payını azaltmak ve karbon yakalama, kullanma ve depolama sistemlerini yaygınlaştırarak kömürün olumsuz etkisini hafifletmek yeşil enerji dönüşümüne ivme sağlayacaktır.

Ayrıca yenilenebilir enerji kaynaklarının hâkim olduğu bir enerji sistemine geçişi hızlandıracak önemli noktalardan biri de bu alana yatırımı cazip hale getirmek amacıyla her türlü maliyeti düşürmektir. Yerli üretim teşvikleri, AR-GE çalışmalarına verilen destekler ve düşük karbonlu yenilenebilir enerji teknolojilerin geliştirilip uygulanabilmesi için sağlanan yeşil fonlar enerji dönüşüm sürecine önemli katkılar sağlayacaktır. Bu çalışmada, küresel iklim mücadelesi kapsamında, Türkiye’nin yeşil enerji dönüşümü olarak adlandırılan yenilenebilir enerji kaynaklarının artan kullanım oranları, Avrupa ülkeleri ile karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Ayrıca, yeşil enerji dönüşümü uygulamalarında seçilen bazı Avrupa ülkelerinin uyguladıkları yeşil enerji politikaların analizi yapılarak, Türkiye’nin mevcut enerji profili doğrultusunda Türkiye’de yeşil enerji dönüşümünü destekleyecek bazı öneriler verilmektedir. 6 Eylül 2023 tarihinde yayımlanan 2024-2026 Orta Vadeli Program ile temiz ve sürdürülebilir

enerji, enerji verimliliği, yeşil dönüşüm kapsamında sera gazı emisyonu azaltımı ve elektrifikasyon gibi konularda ortaya konan politika ve tedbirlerin, sonrasında özellikle yenilenebilir enerji alanındaki yeni somut ve kısa vadeli hedefler ve getirilecek teşvik mekanizmaları ile Türkiye’nin yeşil enerji dönüşümünde önemli rol oynaması beklenmektedir.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında çıkar çatışması yoktur.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Çalışma, araştırma ve yayın etiğine uygundur.

Kaynakça

- [1] Ş. Kaçmaz ve H. Demirpolat, “Termik Santral Kaynaklı Çevre Kirliliğini Önlemek İçin Baca Gazı Arıtma Teknolojisi: Örnek Çalışma Seyitömer Termik Santrali Uygulaması,” *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, pp. 645-651, 2022.
- [2] P. C. Stern, B. K. Sovacool ve T. Dietz, “Towards a science of climate and energy choices,” *Nature Clim Change*, pp. 547-555, 2016.
- [3] R. York ve E. S. Bell, “Energy transitions or additions?: Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy,” *Energy Research & Social Science*, pp. 40-43, 2019.
- [4] World Resources Institute, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.wri.org/insights/4-charts-explain-greenhouse-gas-emissions-countries-and-sectors>.
- [5] IEA, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.iea.org/reports/global-energy-review-co2-emissions-in-2021-2>.
- [6] N. Karabağ, C. B. Çobanoğlu Kayıkcı ve A. Öngen, “%100 Yenilenebilir Enerjiye Geçiş Yolunda Dünya ve Türkiye,” *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, pp. 230-240, 2021.
- [7] M. S. Özdemir, A. Dalcalı ve C. Ocak, “Akarsu Tipi Hidroelektrik Santraller ve Bu Santrallerde Kullanılan Türbin Generatörler,” *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, pp. 69-75, 2020.

- [8] G. Kütükcü ve M. Yalılı, “Deniz Üstü Rüzgar Enerji Santrali Projelerinde Ülke Uygulamalarının İncelenmesi ve Türkiye İçin Öneriler,” *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi* , pp. 1-21, 2022.
- [9] N. Alizada, “Yeşil Enerji Bağlamında Karabağ'ın Enerji Potansiyeli,” *Avrasya İncelemeleri Dergisi*, pp. 1-15, 2022.
- [10] IRENA, 2022, [Çevrimiçi]. Available: <https://www.irena.org/Digital-Report/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>.
- [11] Enel Green Power, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.enelgreenpower.com/learning-hub/energy-transition>.
- [12] A. Z. A. Shaqsi, K. Sopian ve A. Al-Hinai, “Review of energy storage services, applications, limitations, and benefits,” *Energy Reports*, pp. 288-306, 2020.
- [13] IEA, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/carbon-capture-utilisation-and-storage>.
- [14] C. Greig ve S. Uden, “The value of CCUS in transitions to net-zero emissions,” *The Electricity Journal*, 2021.
- [15] L. Rosa ve M. Mazzotti, “Potential for hydrogen production from sustainable biomass with carbon capture and storage,” *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2022.
- [16] European Commission, 2018. [Çevrimiçi]. Available: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/horizon-magazine/can-we-produce-enough-green-hydrogen-save-world>.
- [17] European Commission, 2020. [Çevrimiçi]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0301>.
- [18] IRENA, 2022. [Çevrimiçi]. Available: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Mar/IRENA_World_Energy_Transitions_Outlook_2022.pdf.
- [19] M. B. Pietrzak, M. Olczyk ve M. E. “Kuc-Czarnecka, Assessment of the Feasibility of Energy Transformation Processes in European Union Member States,” *Energies*, 2022.
- [20] K. Chudy-Laskowska ve T. Pisula, “An Analysis of the Use of Energy from Conventional Fossil Fuels and Green Renewable Energy in the Context of the European Union's Planned Energy Transformation,” *Energies*, 2022.
- [21] Ç. Cengiz ve E. Kutlu, “The Budget of The European Union and Green Energy: Perceptions, Actions, and Challenges,” *International Journal of Social Inquiry*, pp. 171-197, 2021.
- [22] IEA, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.iea.org/countries>.

- [23] BMWK, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.bmwk.de/Redaktion/EN/Pressemitteilungen/2022/20220111-habeck-presents-germanys-current-climate-action-status-need-to-triple-the-rate-of-emission-reductions.html>.
- [24] J. Markard, A. Rinscheid ve L. Widdel, “Analyzing transitions through the lens of discourse networks: Coal phase-out in Germany,” *Environmental Innovation and Societal Transitions*, pp. 315-331, 2021.
- [25] Library of Congress, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.loc.gov/item/global-legal-monitor/2020-08-31/germany-law-on-phasing-out-coal-powered-energy-by-2038-enters-into-force/>.
- [26] Clean Energy Wire, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.cleanenergywire.org/news/german-coal-region-brings-coal-phase-out-forward-2030-refires-lignite-short-term>.
- [27] World Nuclear Association, 2020. [Çevrimiçi]. Available: <https://world-nuclear.org/information-library/energy-and-the-environment/energiewende.aspx>.
- [28] IEA, 2020. [Çevrimiçi]. Available: https://iea.blob.core.windows.net/assets/60434f12-7891-4469-b3e4-1e82ff898212/Germany_2020_Energy_Policy_Review.pdf.
- [29] B. E. Lebrouhi, E. Schall, B. Lamrani, Y. Chaibi ve T. Kousksou, *Energy Transition in France*, Sustainability, 2022.
- [30] EurObserv'ER, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.eurobserv-er.org/policy-and-statistic-reports/>.
- [31] Grantham Research Institute, 2015. [Çevrimiçi]. Available: <https://climate-laws.org/geographies/france/laws/law-no-2015-992-on-energy-transition-for-green-growth-energy-transition-law>.
- [32] The High Council on Climate, 2022.
- [33] Europe Beyond Coal, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://beyond-coal.eu/europes-coal-exit/>.
- [34] Carbon Brief Clear on Climate, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.carbonbrief.org/the-carbon-brief-profile-france/>.
- [35] Ministère de la Transition énergétique, 2020. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.ecologie.gouv.fr/publication-strategie-francaise-lenergie-et-climat-france-confirme-engagement-vers-societe-neutre-en>.

- [36] Grantham Research Institute, 2020. [Çevrimiçi]. Available: <https://climate-laws.org/geographies/france/policies/decreed-no-2020-456-relating-to-multi-year-energy-programming>.
- [37] J. Nieto, H. Pollitt, P. E. Brockway, L. Clements, M. Sakai ve J. Barrett, “Socio-macroeconomic impacts of implementing different post-Brexit UK energy reduction targets to 2030,” *Energy Policy*, 2021.
- [38] G. Bang, K. E. Rosendahl ve C. Böhringer, “Balancing cost and justice concerns in the energy transition: comparing coal phase-out policies in Germany and the UK,” *Climate Policy*, 2022.
- [39] Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2021. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.gov.uk/government/news/end-to-coal-power-brought-forward-to-october-2024>.
- [40] Committee on Climate Change, The Sixth Carbon Budget The UK's path to Net Zero, 2020. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2020/12/The-Sixth-Carbon-Budget-The-UKs-path-to-Net-Zero.pdf>.
- [41] U. Yücel, E. Özdemir ve M. Ayaz, “Yenilenebilir Enerji Kaynaklarından Üretilen Elektrik Enerjisi Teşvik Yöntemlerinin İncelenmesi,” *Bilim ve Teknoloji Dergisi*, pp. 774-790, 2021.
- [42] The Clean Growth Strategy, 2017. [Çevrimiçi]. Available: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/700496/clean-growth-strategy-correction-april-2018.pdf.
- [43] Net Zero Strategy: Build Back Greener, 2021. [Çevrimiçi]. Available: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1033990/net-zero-strategy-beis.pdf.
- [44] M. J. Wolf, J. W. Emerson, D. C. Esty, A. d. Sherbinin ve Z. A. Wendling, “Environmental Performance Index,” *Yale Center for Environmental Law & Policy*, 2022.
- [45] Denmark's Climate Status and Outlook, Danish Energy Agency, Copenhagen, 2021.
- [46] K. Johansen, “Blowing in the wind: A brief history of wind energy and wind power technologies in Denmark,” *Energy Policy*, 2021.
- [47] Denmark's Climate and Energy Outlook, Danish Energy Agency, Denmark, 2020.
- [48] Ministry of Foreign Affairs of Denmark, 2018. [Çevrimiçi]. Available: <https://investindk.com/insights/new-ambitious-danish-energy-agreement>.
- [49] IEA, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.iea.org/countries/denmark>.

- [50] Danish Energy Agency, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://ens.dk/en/our-responsibilities/wind-power/energy-islands/denmarks-energy-islands>.
- [51] ÇŞİDB, [Çevrimiçi]. Available: <https://iklim.csb.gov.tr/paris-anlasmasi-i-98587>.
- [52] A. DEMİR, “Paris anlaşması ve 26. Taraflar Konferansı (COP 26)’nda Türkiye değerlendirmesi,” *Biological Diversity and Conservation*, pp. 162-170, 2022.
- [53] Yeşil Mutabakat Eylem Planı, 2021. [Çevrimiçi]. Available: <https://ticaret.gov.tr/data/60f1200013b876eb28421b23/MUTABAKAT%20YE%C5%9E%C4%B0L.pdf>.
- [54] UNFCCC, 2022. [Çevrimiçi]. Available: https://unfccc.int/sites/default/files/NDC/2022-06/The_INDC_of_TURKEY_v.15.19.30.pdf.
- [55] ETKB, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://enerji.gov.tr//Media/Dizin/EVCED/tr/%C3%87evreVe%C4%B0klim/%C4%B0klimDe%C4%9Fi%C5%9Fikli%C4%9Fi/EmisyonFaktorleri/BilgiFormu.pdf>.
- [56] TEİAŞ, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>.
- [57] ETKB, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-nukleer-enerji>.
- [58] IEA, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.iea.org/countries/turkiye>.
- [59] GEPA, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://gepa.enerji.gov.tr/MyCalculator/>.
- [60] BEPA, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://bepa.enerji.gov.tr/>.
- [61] ETKB, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-ruzgar>.
- [62] ETKB, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-hidrolik>.
- [63] ETKB, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-kaynaklar-jeotermal>.
- [64] EPDK, 2013. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-6736/yenilenebilir-enerji-kaynaklarinin-belgelendirilm>.
- [65] Bosca Law, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://bosca.av.tr/yeni-yekdem-ve-yerli-katki-fiyatları-uygulama-sureleri-ve-guncellenme-esaslari>.
- [66] ETKB, 2022. [Çevrimiçi]. Available: <https://enerji.gov.tr/eigm-yenilenebilir-enerji-uretim-faaliyetleri-yeka-modeli>.
- [67] Ulusal Enerji Planı, 2022. [Çevrimiçi]. Available: https://enerji.gov.tr//Media/Dizin/EIGM/tr/Raporlar/TUEP/T%C3%BCrkiye_Ulusal_Enerji_Plan%C4%B1.pdf.

Reyhan Bilgin PAK, Engin ÖZDEMİR, “Küresel İklim Mücadelesi Ekseninde Türkiye’nin Yeşil Enerji Dönüşümüne Genel Bir Bakış”, Yekarum e-Dergi, 8 / 2 (2023) 32-53

[68] SBB, Orta Vadeli Program 2024-2026, 2023. [Çevrimiçi]. Available: https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2023/09/Orta-Vadeli-Program_2024-2026.pdf.

[69] European Commission, 2021. [Çevrimiçi]. Available: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2022.

[70] A. A. Kurucu, “Yeşil Enerji: Türkiye’nin Potansiyelinin ve Uygulamalarının Avrupa’dan Örneklerle Karşılaştırılması”, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, 2015.

[71] YEK Kanunu, Resmi Gazete, 25819, 2005.