

Yeşil Enerji Dönüşümü Bağlamında Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye'nin Karşılaştırmalı Analizi

Özcan Elevli¹

Elife Akiş²

Özet

Yenilenebilir kaynaklardan elde edilen yeşil enerji, günümüz gri ekonomileri için geleneksel fosil yakıtlara dayalı enerji arzında temel dönüşüm politikalarının anahtarı olmuştur. 1970'lerde yaşanan petrol krizi sonrası yeşermeye başlayan yenilenebilir enerji 2000'li yıllarla birlikte iklim değişikliği ile mücadele kapsamında yeni bir ivme kazanmış, Kyoto ve Paris Antlaşmaları sonrasında tüm dünya da olduğu gibi AB ve Türkiye için de yeşil enerji potansiyelinin kullanımında güçlü bir irade ortaya çıkmıştır. Enerji ihtiyacında ithalata bağımlılık oranı yüksek olan AB'nin ve Türkiye'nin gerek güvenli, uygun fiyatlı, ulaşılabilir ve sürdürülebilir enerji arzını sağlaması gerekse iklim değişikliği ile mücadele kapsamında emisyon azaltım hedeflerini gerçekleştirebilmesi yine yenilenebilir enerji alanında gerçekleştirecekleri yeşil enerji dönüşümü ile mümkün olabilecektir. Bu bağlamda çalışmada; İklim değişikliği ile mücadele alanında lider olma niyetini Avrupa Yeşil Mutabakatı ile somutlaştırarak 2050 yılında Avrupa kıtasını iklim nötr ilk kıta haline dönüştürme hedefini açıklayan AB ile tam üyelik müzakere sürecini yürüten ve 2053 net sıfır emisyon hedefini açıklayan Türkiye'nin yeşil enerji alanında ortaya koydukları politika ve uygulama sonuçları analiz edilerek mevcut durum açısından yakınsama ve uyum derecesi araştırılmıştır.

1 Doktora Öğrencisi, İstanbul Üniversitesi, SBE, Avrupa Birliği Anabilim Dalı, ozcan.elevli@giresun.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-1930-0930.

2 Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi, İktisat Fakültesi, İktisat Bölümü, elifakis@istanbul.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5443-4045

1. Giriş

Günümüz ekonomi dünyasında egemen olan fosil yakıt kaynaklarının tükenebilir kaynaklar olduğu ve aynı zamanda bu kaynakların kullanımının çevre kirliliğinin başlıca sebebi olduğu bilinmektedir. Bu durum dikkate alındığında bir tarafta her yıl büyüme ve istihdam hedefleyen ekonomiler için artan enerji talebi diğer tarafta ise iklim değişikliği başta olmak üzere çevre kirliliğine bağlı ölümler, negatif dışsallıklar ve yok olan gezegen durmaktadır. Diğer yandan soruna çare olabilme potansiyeli yüksek gri ekonomilerin yeşil dönüşümü tüm dünyada henüz emekleme aşamasındadır. Oysa sürdürülebilirlik ilkesi gereğince bugünün ve gelecek kuşakların gereksinimlerini adil ve dengeli bir çizgide karşılayan üretim ve tüketim döngüsüne uygun ulusal ve uluslararası bir ekonomik yapı mümkündür.

Bu çerçevede gerek tüm dünyada Birleşmiş Milletler öncülüğünde başlatılan iklim değişikliği ile mücadele etmek gerek sürekli bir şekilde artan enerji talebini karşılamak gerek enerji arz güvenliği ve enerji fiyatları konusuna kalıcı çare bulmak isteyen Avrupa Birliği (AB) ve Türkiye'nin gündemi ortaklaşmaktadır: Yeşil enerji dönüşümünü en kısa sürede gerçekleştirmek. Ayrıca ülkelerin uluslararası ticarete artan rekabet ortamından güçlü çıkabilmesinin ve teknolojik gelişmenin yolu yine yeşil enerji dönüşümünden geçmektedir.

2019 yılında ilan ettiği Avrupa Yeşil Mutabakatı ile yeşil dönüşümü daha kapsamlı bir biçimde başlatan AB ile aday ülke Türkiye'nin enerji üretim ve tüketiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı önem arz etmektedir. Çalışmada AB, üye ülkeler ve Türkiye karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş, olumlu ya da olumsuz ayrışma noktaları verilerle ortaya konulmuştur. Sonrasında elde edilen bulgular üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmada öncelikle yeşil, yenilenebilir ve temiz enerji kavramlarına değinilmiş, ilerleyen konularda daha yaygın kullanımı sebebiyle yenilenebilir enerji kavramı üzerinden konu anlatılmıştır. Genel olarak çalışmada, geniş ve güvenilir bir veri tabanına sahip Uluslararası Enerji Ajansı (International Energy Agency (IEA)) ve Avrupa İstatistik Ofisi (Eurostat) verilerinden faydalanılmıştır. Ayrıca ekonomi, nüfus, yüzölçümü, kaynak bolluğu ya da yokluğu gibi kriterler bakımından birbirinden farklı 27 ülkeden oluşan AB'nin tamamını çalışmaya dahil etmek konunun ana hatlarıyla analizini zorlaştıracağından, bir kısım tablolarda konu bağlamında toplam enerji arz payı yüksek ülkeler incelemeye dahil edilmiştir.

2. Yeşil Enerji, Yenilenebilir Enerji (YE), Temiz Enerji

Sanayi Devrimi sonrasında, sanayileşen ve ileri teknoloji kullanımı artan modern ekonomilerde, kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil enerji kaynaklarının tüketimi de artmış, bu durum ise kaynak rezervlerinin azalmasına ve enerji ihtiyacının bir sorun haline gelmesine sebep olmuştur. Bu süreçte enerjiye olan ihtiyacın artması da alternatif enerji kaynakları olan nükleer enerjiye ve YE kaynaklarına olan talebi yükseltmiştir. Büyük oranda fosil kaynaklara dayanan doğrusal ekonomiden yeşil ekonomiye geçiş, enerji yönetimi, politikaları ve uygulamalarında bir dönüşümü gerekli kılmıştır. Böylece, dünyada nükleer enerji kullanımı dışında, YE politikaları da gündeme gelmiştir (Yılmaz, 2022).

YE sürekli olarak yenilenen kaynaklardan veya süreçlerden gelmektedir. Yenilenebilir kaynaklar genellikle yeşil enerji ve temiz enerjiyle ilişkilendirilir. Ancak bu üç enerji türü arasında bazı ince farklar vardır. Bir kaynak aynı anda bunların tümünü kapsayabilir. Örneğin rüzgâr enerjisi gibi bir kaynak, çevre dostu, kendi kendini yenileyen ve kirlilemeyen bir kaynaktan geldiği için yenilenebilir, yeşil ve temizdir. Fakat bir enerji kaynağı -bazı biyokütle enerjisi türlerinde olduğu gibi- yenilenebilir olsa dahi yeşil veya temiz olmayabilmektedir (TWI, 2023).

Yeşil, temiz ve YE'lerin tümünün ortak noktası, iklim değişikliğinin temel nedeni olan kömür ve gaz gibi fosil yakıtların kullanımını aşamalı olarak ortadan kaldırmak amacıyla elektrik üretiminde giderek daha fazla kullanılıyor olmalarıdır (Nationalgrid, 2023).

Dört temel iklim değişikliği göstergesi (sera gazı konsantrasyonları, deniz seviyesinin yükselmesi, okyanus ısısı ve okyanus asitlenmesi) 2021 yılında yeni rekorlar kırmıştır. Bu, insan faaliyetlerinin karada, okyanusta ve denizde gezegen ölçeğinde değişikliklere neden olduğunun bir başka açık işaretidir (UN, 2023a).

Enerji, iklim sorununun merkezinde olup çözümün de anahtarıdır. Dünyayı kaplayan ve güneş ısısını hapseden sera gazlarının büyük bir kısmı, elektrik ve ısı üretmek için fosil yakıtların yakılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Kömür, petrol ve gaz gibi fosil yakıtlar, küresel sera gazı emisyonlarının %75'inden fazlasını ve tüm karbondioksit emisyonlarının neredeyse %90'ını oluşturmaktadır. Oysa iklim değişikliğinin en olumsuz etkilerinden kaçınmak için emisyonların 2030 yılına kadar yarı yarıya azaltılması ve 2050 yılına kadar net sıfıra ulaşılması gerekmektedir. Bunu başarmak için fosil yakıtlara olan bağımlılığı sona erdirmek, temiz, erişilebilir, uygun fiyatlı, sürdürülebilir ve güvenilir alternatif enerji kaynaklarına yatırım yapmak öncelikli hedef

olmalıdır. Fosil yakıtlar hâlâ küresel enerji üretiminin %80'inden fazlasını oluştururken daha temiz enerji kaynakları da önem kazanmaktadır. Şu anda elektriğin yaklaşık %29'u yenilenebilir enerji kaynaklarından gelmektedir. Diğer taraftan 2020 yılında fosil yakıt endüstrisine sübvansiyon, vergi indirimleri, sağlık ve çevre zararları da dahil olmak üzere yaklaşık 5,9 trilyon Dolar harcanmıştır. Buna karşılık 2050 yılına kadar net sıfır emisyonu sağlamak için, teknoloji ve altyapı yatırımları da dahil olmak üzere, 2030 yılına kadar YE'ye yılda yaklaşık 4 trilyon dolar yatırım yapılması gerekmektedir (UN, 2023b).

Birçok ülkede daha temiz enerji biçimlerine geçiş halihazırda başlamıştır. Ancak son zamanlardaki hızlı teknolojik inovasyon ve maliyet düşüşlerine rağmen, YE ve enerji verimliliği teknolojileri hâlâ yüksek düzeyde sübvansiyonlu karbon yoğunluklu enerji teknolojileriyle rekabet etmek zorundadır (UNEP, 2023).

3. Yenilenebilir Enerji Kaynak Türleri

YE, yenilenen doğal kaynaklardan elde edilen enerjidir. Yaygın YE türleri güneş, rüzgâr, hidroelektrik, biyokütle ve jeotermaldir (MIT, 2023).

Güneş Enerjisi: Güneş enerjisi tüm enerji kaynakları arasında en bol olanıdır. Güneş enerjisi teknolojileri ısıtma, soğutma, elektrik ve yakıt sağlayabilir. Güneş panellerinin üretim maliyetinin son on yılda önemli ölçüde düşmesi onları yalnızca uygun fiyatlı değil aynı zamanda elektriğin en ucuz biçimi haline getirmektedir (UN, 2023c). 2007 ve 2017 yılları arasındaki on yılda, dünyanın fotovoltaik panellerden elde edilen toplam kurulu enerji kapasitesi %4.300 gibi muazzam bir artış göstermiştir (National Geographic, 2023).

Rüzgâr Enerjisi: Rüzgârdan enerji kaynağı olarak yararlanmak 7.000 yıldan daha uzun bir süre önce başlamıştır. Artık elektrik üreten rüzgâr türbinleri dünya çapında çoğalmaktadır. Çin, ABD ve Almanya dünyanın önde gelen rüzgâr enerjisi üreticileridir. 2001'den 2017'ye kadar dünya çapında kümülatif rüzgâr enerjisi kapasitesi 22 kattan fazla artarak 23.900 MW'tan 539.000 MW'ın üzerine çıkmıştır (National Geographic, 2023). Ekonomik boyutuna örnek vermek gerekirse; 2019'da rüzgâr enerjisi sadece AB'de 300.000 kişilik istihdamı ve yıllık 60 milyar Avro'luk bir endüstriyi temsil etmekteydi (Wind Europe, 2020).

Hidroelektrik Enerji: Hidroelektrik, gücün yüksek yerlerden alçak yerlere doğru hareket eden suyun enerjisinden elde edildiği yenilenebilir bir enerji kaynağıdır. Hidroelektrik, bilinen tüm enerji kaynakları arasında yaklaşık %90 verimlilik ile en iyi dönüşüm verimliliğine sahiptir. Nispeten

yüksek ilk yatırım gerektirse de düşük işletme ve bakım maliyetleriyle uzun bir ömre sahiptir. Hidroelektrik, karbon emisyonlarının azaltılması için önemli bir potansiyel sunmaktadır (IPCC, 2011).

Biyokütle Enerjisi: Biyokütle ağaçlar, bitkiler, tarımsal ve kentsel atıklar gibi organik materyallerden elde edilmektedir. Isıtma, elektrik üretimi ve ulaşım yakıtları için kullanılabilir (EC, 2023a). Biyokütle ve fosil yakıtların (genellikle kömür) birlikte yakılması, sera gazı emisyonlarını azaltmanın, maliyet etkinliğini artırmanın ve mevcut enerji santrallerinde hava kirleticilerini azaltmanın düşük maliyetli bir yoludur (EESI, 2023).

Jeotermal Enerji: Elektrik üretmek, ısıtma ve soğutma sağlamak için dünyanın iç ısısını kullanan bir YE şeklidir. Çeşitli konut, ticari ve endüstriyel uygulamalarda kullanılabilen temiz ve sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır. Jeotermal enerji, dünyanın iç ısısı sürekli olarak üretildiğinden güvenilir ve istikrarlı bir enerji kaynağıdır. Aynı zamanda temiz ve çevre dostu bir enerji kaynağıdır, hava kirliliği veya sera gazı emisyonu yoktur (UNECE, 2023).

4. Dünyada Mevcut Durum ve Yenilenebilir Enerji

Tüm dünyada enerji alanında son üç yıl birçok belirsizlik ve dalgalanmayla geçmiştir. Özellikle Rusya-Ukrayna savaşı sebebiyle Rusya'dan yapılan ithalata uygulanan yaptırımlar, doğal gaz arzındaki aksaklıklar ve olası gaz kıtlığı endişeleri doğal gaz fiyatlarında artışlara neden olmuştur. Tüm bu faktörler, nükleer santrallerin üretiminin azalmasıyla birleştiğinde, fiyatların hızla yükseldiği Avrupa elektrik piyasasını önemli ölçüde etkilemiştir. (EC, 2023f). 2022'de YE kapasitesinde rekor artışlar yaşanırken, birçok hükümetin tüketiciler ve işletmeler için yüksek enerji fiyatlarının olumsuz etkisini hafifletme politikası, şimdye kadarki en yüksek fosil yakıt sübvansiyonlarına yol açmıştır (IRENA, 2023).

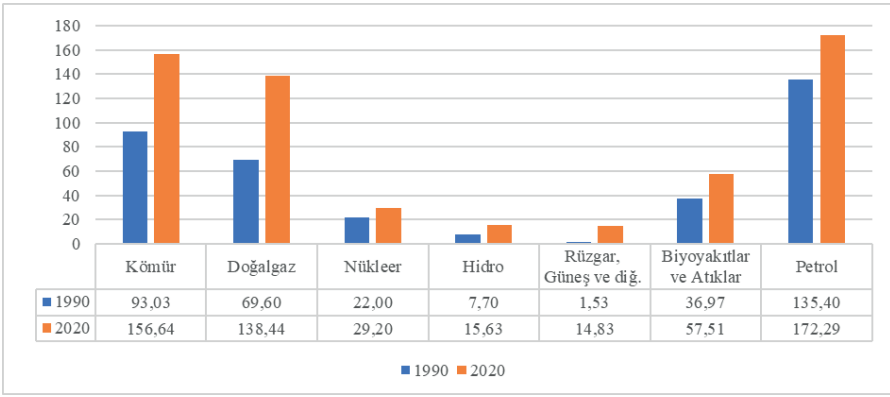
Küresel enerji talebindeki eğilimlere bakıldığında (REN21, 2023);

- 2021 yılına göre 2022'de küresel Toplam Nihai Enerji Tüketimi (Total Final Energy Consumption (TFEC)) %1, enerji sektörü emisyonları ise %1,3 artmıştır.
- 2021'de YE, TFEC'in %12,6'sını, ayrıca YE kaynaklı elektrik, toplam elektrik üretiminin %30'unu temsil etmekteydi. Ayrıca toplam YE talebi 2010-2020 yılları arasında her yıl için ortalama %4,7 büyümüştür.

- 2022 yılı için sadece Portekiz, İspanya ve Türkiye'nin dört sektörün (binalar, sanayi, ulaşım ve tarım) tamamında YE hedefi ya da politikası bulunmaktadır.

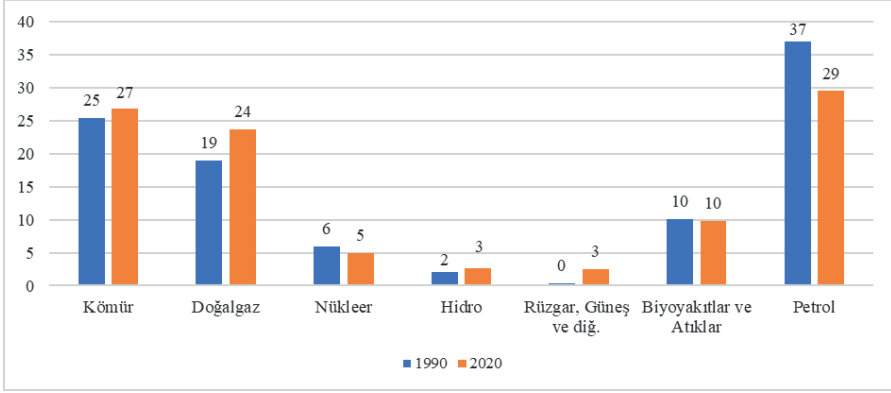
Grafik 1'de görüldüğü üzere, Dünyada 1990 yılında olduğu gibi 2020 yılında da ana enerji kaynağı sırasıyla petrol, kömür ve doğalgazdır. Yani fosil yakıtlar günümüz ekonomilerinde egemen enerji kaynağıdır. Zaten günümüzde emisyon artışlarına bağlı iklim değişikliği temelde fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Grafikte en dikkat çekici artış rüzgâr ve güneş miktarında görülen artıştır.

Grafik 1. Kaynağa Göre Dünya Toplam Enerji Arzı, (1990, 2020, Exajoule (EJ))



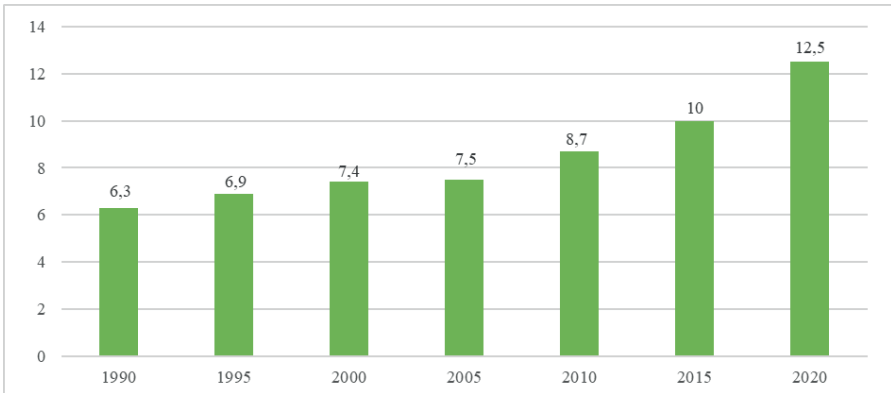
Kaynak: IEA (2020a) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Grafik 2'de görüldüğü üzere, küresel enerji arzı içinde 1990 yılına göre petrolün payı dramatik bir şekilde 8 puan düşerken doğalgazın payında meydana gelen artış enerji kaynakları arasındaki geçişi net olarak göstermektedir. Aynı zaman diliminde hidro, rüzgâr, güneş ve diğer yenilenebilir kaynaklarda artış meydana gelmiştir. Bu dönem aralığında fosil yakıtların payı yaklaşık %80'dir.

Grafik 2. Dünya Toplam Enerji Arzı İçinde Kaynakların Payı, (1990, 2020, %)

Kaynak: IEA (2020a) verileri kullanılarak hazırlanmıştır:

Enerji fiyatlarının 2008'den bu yana en yüksek seviyelerine ulaşması, enerji tüketen tüm sektörleri etkilemiştir. YE, artan enerji maliyetleri ve enflasyondan oluşan ikiz krizlere karşı politika tepkilerinin ön saflarında yer almıştır. Kullanıcılarının uygun fiyatlı ve güvenli enerji kaynakları arayışına girmesiyle birlikte, tüm talep sektörlerinde YE payları 2022'de rekor bir büyüme kaydetmiştir (REN21, 2023). Grafik 3'te görüldüğü üzere, küresel nihai enerji tüketiminde YE'nin payı 1990 yılından itibaren 2020 dahil istikrarlı bir şekilde artarak %6,3'ten %12,5 oranına çıkmıştır. Aslında günümüzde de devam eden bu istikrarlı artış yeşil enerji dönüşümünün küresel çapta başladığına ve devam ettiğine işaret etmektedir.

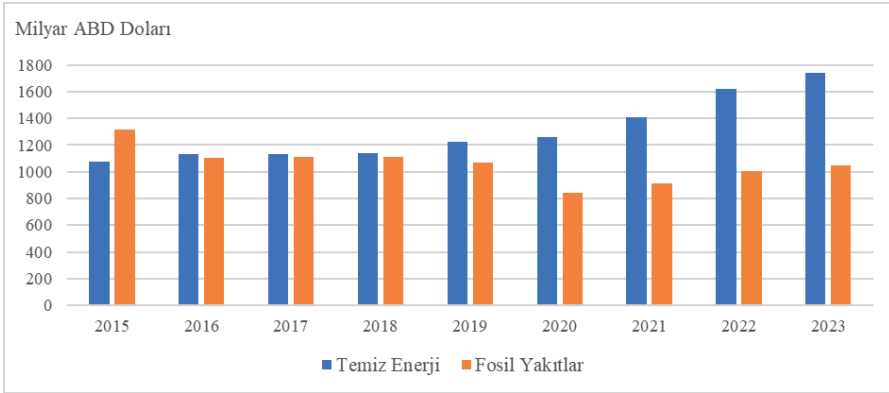
Grafik 3. YE'nin Dünya Nihai Enerji Tüketimindeki Payı, (1990-2020, %)

Kaynak: IEA (2020b) verileri kullanılarak hazırlanmıştır:

Küresel yeşil enerji dönüşümünde yaşanan olumlu ivmeyi Grafik 4'te de görmek mümkündür. 2015 yılında 1 trilyon Dolar seviyesinde olan temiz enerjiye yapılan küresel yatırımın 2023 yılında 1,7 trilyon ABD Dolarına çıkması, fosil yakıtlara olan yatırımın ise 2022 yılı seviyelerinde yani 1 trilyon Dolar civarında olması beklenmektedir. Böylece temiz enerji teknolojilerine yapılan yatırımlar, fosil yakıtlara yapılan harcamaları önemli ölçüde geride bırakmaktadır. Yıllık temiz enerji yatırımlarının 2021 ile 2023 yılları arasında YE kaynakları ve elektrikli araçların etkisiyle %24 oranında artması beklenirken, aynı dönemde fosil yakıt yatırımlarında %15'lik artış beklenmektedir (IEA, 2023a).

Diğer taraftan 9-10 Eylül 2023 tarihinde Yeni Delhi/Hindistan'da yapılan G20 sonuç bildirgesinde, 2050 yılına kadar net sıfır emisyonu ulaşılmak için 2030 yılına kadar temiz enerji teknolojilerine gerekli yıllık finansman ihtiyacının 4 trilyon ABD Doları olduğu ifade edilmiştir (G20, 2023).

Grafik 4. Temiz Enerji ve Fosil Yakıtlar İçin Küresel Enerji Yatırımı, 2015-2023



Kaynak: IEA (2023a) verileri kullanılarak hazırlanmıştır (2023 yılı verisi tahmini değerdir).

5. AB ve Türkiye'de Yeşil Enerji

Bu bölümde çalışmanın temel konusu olan AB ve Türkiye, gerek mevcut durum ve enerji hedefleri gerekse üretim, tüketim ve YE paylarını gösteren grafikler üzerinden karşılaştırılarak analiz edilecektir.

5.1. Mevcut Durum ve Enerji Hedefleri

Küresel enerji krizi, YE kaynakları için benzeri görülmemiş bir ivmeye neden olmuştur. Fosil yakıt tedarikindeki kesintiler, yurt içinde üretilen

yenilenebilir kaynaklı elektriğin enerji güvenliği boyutunu ortaya çıkararak birçok ülkede olduğu gibi AB ve Türkiye’de de yenilenebilir kaynakları destekleyen politikaların güçlenmesini sağlamıştır. Aynı zamanda dünya çapında yüksek fosil yakıt fiyatları, güneş enerjisi ve rüzgâr üretiminin rekabet gücünü artırmıştır. Yenilenebilir kaynakların enerji karışımındaki paylarının küresel bazda 10 puan artarak 2027’de %38’e ulaşacağı tahmin edilmektedir. AB’de ise, enerji güvenliği endişeleri ve iklim hedeflerine yönelik eylemler ile birlikte kümülatif yenilenebilir kaynaklı elektrik kapasitesinin 2022 ile 2027 yılları arasında yaklaşık %60 (+425 GW) artması beklenmektedir. Bu artış 2016-2021 beş yıllık döneme göre iki kattan fazla bir artışa denk gelmektedir. YE’de güneş büyümeye öncülük ederken bunu karadaki rüzgâr, açık deniz rüzgârı, biyoenerji ve hidroelektrik takip etmektedir. Avrupa’da YE payındaki büyümenin dörtte üçü AB üyesi 5 ülke (Almanya, İspanya, Fransa, Hollanda ve Polonya) ile birlikte İngiltere ve Türkiye’de yoğunlaşmaktadır (IEA, 2023b).

Enerji sektörü AB’nin sera gazı emisyonlarının %75’inden fazlasından sorumludur. Bu nedenle, ekonominin farklı sektörlerinde YE’nin payının arttırılması, AB’nin enerji ve iklim hedeflerine ulaşmasının önemli bir yapı taşıdır. Aralık 2019’da ilan ettiği Avrupa Yeşil Mutabakatı sonrasında Temmuz 2021’de yürürlüğe giren Avrupa İklim Yasası ile AB, yeni bir net azaltım hedefi ortaya koyarak 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını 1990 yılına kıyasla en az %55 oranında azaltma ve iklim nötrlüğüne ulaşma taahhüdünü yasal bağlayıcı hale getirmiş, YE kaynaklarının payını artırma hedefini benimsemiştir (EC, 2023b). Aynı zamanda 2009 yılında yürürlüğe giren AB’nin İşleyişi Hakkında Antlaşma’nın (ABİHA) Enerji başlıklı 194. maddesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesinin desteklenmesi hedef olarak hüküm altına alınmıştır (ABİHA, 2009).

Elektrik ve ısı üretiminden kaynaklanan emisyonlar 1990’dan bu yana büyük oranda azalmıştır. Enerji verimliliğinin iyileştirilmesine ek olarak, daha az karbon yoğunluğuna sahip yakıtlara doğru bir yönelme yaşanmıştır. 1990-2021 yılları arasında termik santrallerde katı ve sıvı yakıt kullanımı büyük oranda azalırken (sırasıyla %53 ve %85), doğal gaz tüketimi ise %76 artmıştır. 1990 yılında kömür tüketimi 2021 yılına göre iki kat daha fazlaydı. AB’de elektrik ve ısı üretiminde YE kaynaklarının kullanımı 1990’dan bu yana yaklaşık dört kat artmıştır. İyileştirilmiş enerji verimliliği ve daha az karbon yoğunluklu yakıt karışımı, üretilen fosil enerji birimi başına CO2 emisyonlarının azalmasıyla sonuçlanmıştır. 2021 yılında AB envanterindeki en büyük emisyon salıncıları Almanya (AB emisyonlarının %24’ü) olurken, onu %12’lik oranlarla Fransa, İtalya ve Polonya izlemiştir. Almanya, Romanya, Fransa ve İtalya, 1990 ile 2020 yılları arasındaki AB emisyon azaltımlarının

%67'sini sağlamışlardır. 2020'deki ekonomik durgunluğun kısa vadeli etkisi hariç, son 30 yılda çoğu AB ülkesinde sera gazı emisyonlarını düşürmeye yönelik ortak etkenler, kömürden gaza geçiş ve güçlü bir artışla birlikte daha az karbon yoğunluklu yakıtların kullanılması olmuştur (EC, 2023c).

Süreç içinde başka krizler de ortaya çıkmıştır. İklim değişikliğinin potansiyel olarak yıkıcı etkileri her zamankinden daha belirgin hale gelmiş, diğer taraftan Şubat 2022'de Rusya'nın Ukrayna'ya yönelik askeri saldırısı, dünyanın enerji sistemini büyük ölçüde bozmuştur. Bu krizler AB'nin Rus fosil yakıtlarına aşırı bağımlılığını göstermiş ve halihazırda pandemi krizi tarafından zorlanan AB'nin enerji sisteminin dayanıklılığının artırılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. AB genelinde tüm zamanların en yüksek enerji fiyatları ve arz sıkıntısı riski, Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında yeşil ve dijital geçişi hızlandırmayı, daha güvenli, uygun maliyetli, dayanıklı ve bağımsız bir enerji sistemi sağlamayı acil hale getirmiştir (EEA, 2021). Diğer yandan ortak politika geliştirmenin ve uygulamanın en gerekli olduğu enerji konusunda üye devletlerden bazılarının dış enerji politikalarını ulusal düzeyde yürütme iradesinden dolayı diğer politikalara göre AB enerji güvenliği politikası daha zayıf kalmaktadır (Eriş, 2016).

18 Mayıs 2022'de Komisyon, AB'nin benzeri görülmemiş krize yönelik politika tepkisinin önemli bir unsuru olan REPowerEU planını yayınlamıştır. Plan, enerji tasarrufu, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve YE'nin yaygınlaştırılmasına yönelik tedbirler yoluyla AB'nin Rusya enerji ithalatına bağımlılığını mümkün olan en kısa sürede ortadan kaldırmaya yönelik bir yol haritasıdır. REPowerEU hedeflerine ulaşmak 2022 ile 2027 arasında 210 milyar Avro tutarında ek bir kümülatif yatırım gerektirecektir (EC, 2022a).

AB aday ülke konumundaki Türkiye, AB üyesi ülkelerin enerji üretim ve tüketimlerinde YE'nin payını artırmaya başladıkları bir dönemde, 2000'li yıllardan itibaren YE kaynaklarına daha fazla önem vermeye başlamış, gerek mevzuat gelişimi gerek uygulamaya koyduğu teşvikler gerekse finans kuruluşlarının YE yatırımlarına öncelik vermesi ile başta rüzgâr ve güneş olmak üzere YE ülke kurulu gücündeki payını artırmıştır (TESAB, 2021). Bu olumlu gelişme Avrupa Komisyonu'nun 2022 yılı Türkiye Raporu'nun Enerji başlıklı 15. Faslında, Türkiye'nin YE konusunda, yerli ve yenilenebilir kaynakların kullanımını en üst düzeye çıkarmaya yönelik stratejisini uygulamaya devam ettiği şeklinde ifade edilmiştir (EC, 2022b).

Türkiye, 7 Ekim 2021 tarihinde Paris İklim Antlaşması'nı onaylamış ve 2053 yılına kadar net sıfır karbon emisyonu hedefini taahhüt etmiştir. Bu bağlamda "Yeşil Kalkınma Devrimi" olarak belirlenen stratejik hedefler doğrultusunda uzun vadeli bir hazırlık çalışması başlatılmıştır. Bu kapsamda

2022-2030 döneminde enerji dönüşümü yatırımlarına 135 milyar ABD Doları ihtiyaç duyulacağı tahmin edilmektedir (SHURA, 2022).

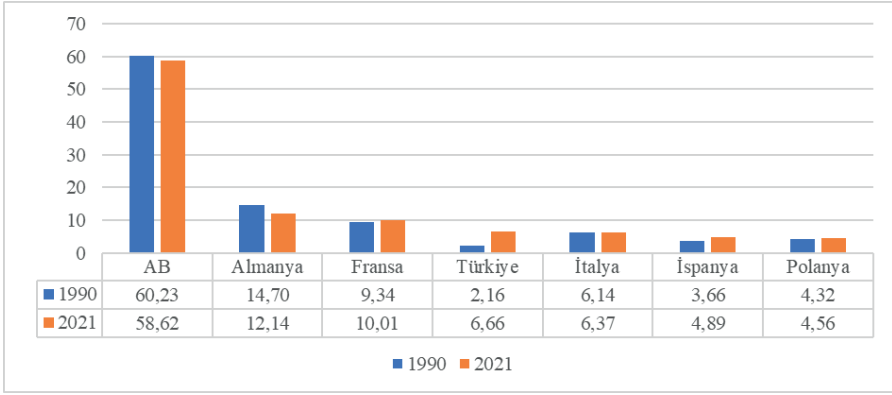
5.2. AB ve Türkiye’de Enerji Üretimi, Tüketimi ve Yenilenebilir Enerji

AB’de mevcut enerji, birlik içinde üretilen enerjiden ve üçüncü ülkelerden ithal edilen enerjiden sağlanmaktadır. AB’de 2021 yılında enerjide ithalata bağımlılık oranı %56 seviyesinde gerçekleşmiştir. 2021’de ithal edilen ana enerji ürünü, AB’ye yapılan enerji ithalatının neredeyse üçte ikisini (%64) oluşturan petrol ürünleri iken (ana bileşen olan ham petrol dahil), bunu %25 ile doğal gaz ve %6 ile katı fosil yakıtlar izlemiştir. Ayrıca 2021’de AB’nin ham petrol ithalatının %28’i, doğal gaz ithalatının %44’ü, katı fosil yakıt ithalatının ise %52’si ana tedarikçi Rusya’dan yapılmıştır. Diğer bir ifade ile AB’nin enerji kaynaklarında Rusya’ya olan bağımlılığı söz konusudur (EC, 2023d). Diğer taraftan Oxford Üniversitesi’nce hazırlanan bir rapor, AB’nin 2028 yılına kadar enerji ve ısı için Rus doğal gazını YE kaynakları ve ısı pompalarıyla değiştirebilmek için ihtiyaç duyacağı yatırımın 512 milyar Avro olacağını, yeşil teknolojilerle dönüşümün önümüzdeki 30 yıl içinde 238 milyar Avro’luk operasyonel tasarrufla sonuçlanacağını, yani yatırım gereksiniminin neredeyse %50’sini sağlayacağını öngörmektedir (University of Oxford, 2023).

Türkiye ise Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ülkeleri arasında son 20 yılda en hızlı büyüyen enerji talebine sahiptir. Bu dönemde Türkiye, dünya elektrik ve doğalgaz talebindeki artışta Çin’den sonra ikinci sırada yer almıştır. Öte yandan Türkiye enerji talebini karşılamak için %74 oranında ithalata bağımlıdır (Dışişleri Bakanlığı, 2023).

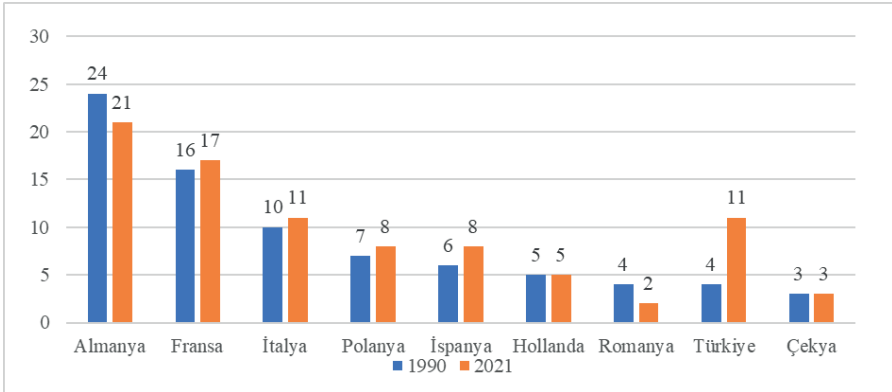
5.2.1. Enerji Arzı

2021 yılı için toplam enerji arzına göre AB üyesi ülkeler arasında kümeleşme mevcuttur. AB’nin enerji arzının %65’ini gerçekleştiren beş ülke sırasıyla Almanya, Fransa, İtalya, İspanya ve Polonya’dır (Eurostat, 2023a). Ayrıca AB içinde halen gerek ekonomik (GSYİH), gerek siyasi etki (Avrupa Parlamentosu sandalye sayısı) gerekse nüfus büyüklüğü bakımından AB kuruluş yıllarından günümüze üç büyükler olarak adlandırılan ülkeler Almanya, Fransa ve İtalya’dır. Diğer taraftan enerji arzı, güvenliği, çeşitlendirilmesi, piyasa düzenlemesi veya YE politikalarından en fazla etkilenecek ya da tüm bu unsurlar açısından etki gücüne sahip olan ülkeler tabii olarak arzın en fazla olduğu söz konusu ülkeler olacaktır.

Grafik 5. Toplam Enerji Arzı, (Yıllık, Exajoule (EJ))

Kaynak: Eurostat (2023a) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Grafik 5'te görüldüğü üzere, 1990 yılına göre AB ve Almanya'nın toplam enerji arzı azalmış iken Fransa, Türkiye, İtalya, İspanya ve Polonya'nın artış kaydetmiştir. Türkiye'nin arzında meydana gelen artış çok dikkat çekicidir. Türkiye güçlü bir gelişme göstererek 1990 yılı verilerine göre AB üyeleri içinde 8. sırada iken 2021 yılı itibarıyla AB'nin en büyük ekonomileri olan Almanya ve Fransa'dan sonra 3. sıraya yükselmiştir.

Grafik 6. Enerji Payında İlk Sıralarda Yer Alan AB Ülkeleri ve Türkiye'nin, AB'nin Toplam Enerji Arzına Nispeten Büyüklüğü, (Yıllık, %)

Kaynak: Eurostat (2023a) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Grafik 6'ya bakıldığında, AB üyesi ülkeler içinde Almanya ve Fransa hem 1990 hem de 2021 yıllarında AB Toplam enerji arzında en yüksek paya

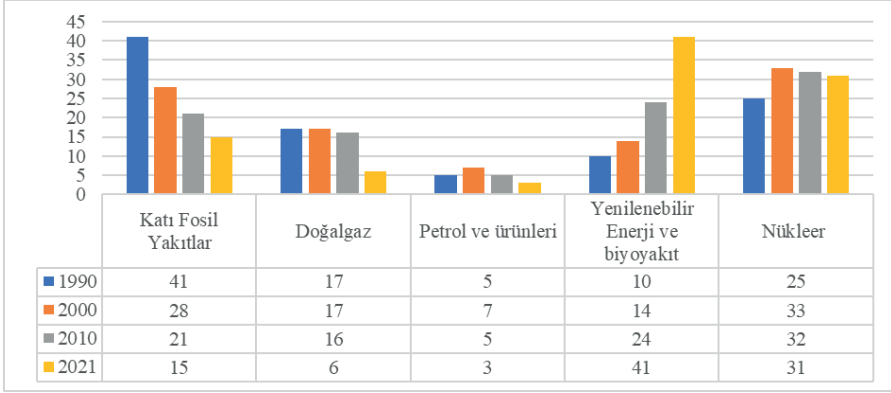
sahipken aynı tarihler için Türkiye'nin payı %4'ten %11'e çarpıcı bir şekilde yükselerek İtalya ile yaklaşık aynı paya sahip olmuştur. Ayrıca bu dönemde AB'nin en büyük ekonomisi olan Almanya'nın payında %3'lük bir azalma gerçekleşmiştir.

5.2.2. Enerji Üretimi

AB'nin YE arzındaki gelişmeleri birincil enerji üretimi değerleri üzerinden tahlil edilebilmektedir. Aşağıdaki grafikte birincil enerji üretiminde en fazla kullanılan yakıt türleri analize dahil edilerek yıllar itibariyle ortaya çıkan eğilimi görmek mümkündür. Grafik 7'ye bakıldığında, YE, 2021'de AB'deki birincil enerji üretimine %41 ile en büyük katkıyı sağlayan kaynak olmuştur. Fosil yakıt oranları istikrarlı bir şekilde azalırken, dikkat çekici bir artışla YE'nin payı 1990'da %10'lardan 2021'de %41'e çıkmıştır. Nükleer enerji %31 ile ikinci en büyük kaynak iken, onu %15 ile katı yakıtlar, %6 ile doğal gaz ve %3 ile petrol izlemektedir.

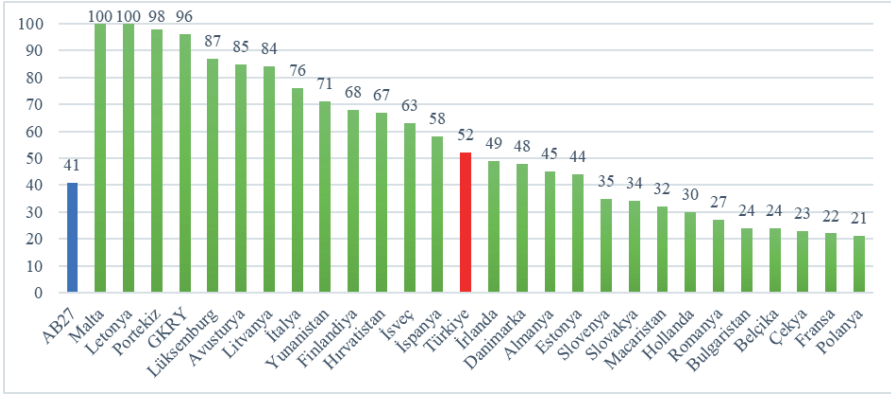
AB'de enerji kaynaklarından nükleer enerji arzının %53'ü Fransa tarafından üretilmekte iken Almanya, İspanya, İsveç ve Belçika ile bu oran %85 civarına yükselmektedir. Ancak birincil enerji üretiminin kaynağı üye devletler arasında oldukça farklıdır (Eurostat, 2023b):

- YE, Malta ve Letonya'da birincil enerji üretiminin ana kaynağıdır.
- Nükleer enerjinin payı Fransa'da %76, Belçika'da %70 ve Slovakya'da %60'tır.
- Katı yakıtların payı Polonya'da %70, Estonya'da %55 ve Çekya'da %43'tür.
- Doğal gazın payı Hollanda'da %58, İrlanda'da %42 ve Romanya'da %32'dir.
- Ham petrol en yüksek paya %35 ile Danimarka'da sahiptir.

Grafik 7. AB Birincil Enerji Üretimi Kaynakları, (Yıllık, %)

Kaynak: Eurostat (2023b) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Birincil enerji üretiminde YE'nin payını AB üyesi 27 ülke ve Türkiye için Grafik 8'de görmek mümkündür.

Grafik 8. Birincil Enerji Üretiminde YE'nin Payı, (2021, %)

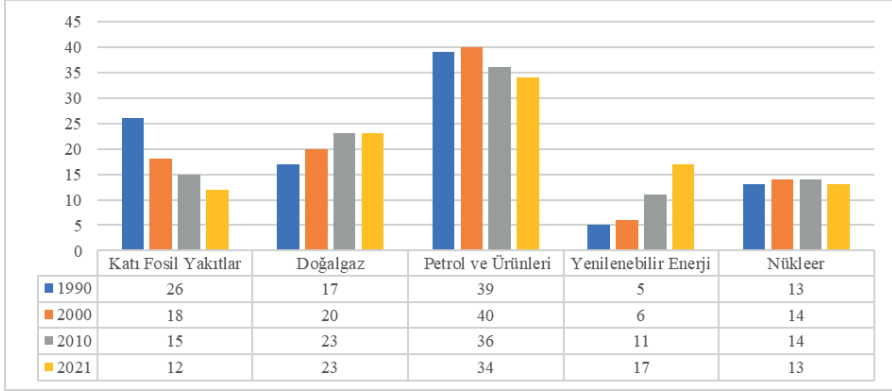
Kaynak: Eurostat (2023b) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Grafikte görüldüğü üzere, AB'nin ortalaması %41 iken 10 ülkenin payı ortalamasının altında, Türkiye dahil 18 ülkenin payı AB ortalamasının üzerindedir. AB'nin en büyük iki ekonomisinden nükleer enerjinin yoğun kullanıldığı Fransa AB ortalaması altında iken, Almanya ise Türkiye'den negatif ayrılmıştır. Türkiye'nin YE payının AB ortalamasından yaklaşık 10 puan fazla olması, Türkiye'nin bu alanda geliştirdiği politika ve gerçekleştirdiği yatırımların neticesi olarak değerlendirilebilir.

5.2.3. Enerji Kaynakları

AB'nin tüm enerji talebini karşılamak için gerekli enerji miktarını gösteren (EC, 2023c) brüt kullanılabilir enerji değerleri üzerinden resmin bütününe bakılabilmektedir.

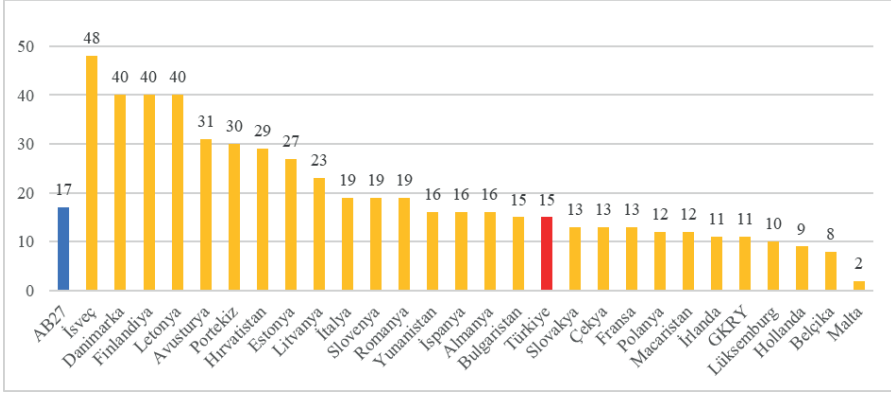
Grafik 9. AB Brüt Kullanılabilir Enerji Bileşimi, (Yıllık, %)



Kaynak: Eurostat (2023c) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Grafik 9'da görüldüğü üzere, 2021'de AB'deki enerji karışımı, yani mevcut enerji kaynaklarının çeşitliliği temel olarak beş farklı kaynaktan oluşmaktadır: ham petrol ve petrol ürünleri (%34), doğalgaz (%23), YE (%17), nükleer enerji (%13) ve katı fosil yakıtlar (%12). Dikkat çeken bir gelişme, katı fosil yakıtlar ve petrol ürünlerinde nispeten gerçekleşen düşüşe karşılık doğalgazda meydana gelen artıştır. Yine de AB içinde petrol ürünlerinin payı halen birincidir. Ayrıca YE oranı 1990 yılında %5 iken 2021 yılı için önemli bir artış kaydederek %17'ye çıkmıştır.

Enerji kaynaklarının payları AB ülkeleri arasında önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Farklılıklar, çoğunlukla hidroelektrik santral inşa etme potansiyeli ve biyokütleli mevcut enerji kaynakları olmak üzere, doğal kaynaklara ilişkin farklılıklardan kaynaklanmaktadır (EC, 2023d). 2021 yılında petrol ürünlerinin mevcut enerji içindeki payı en yüksek GKRY (%86) ve Malta (%85) olurken, doğal gaz önemli bir enerji kaynağı olarak İtalya'da %40, Hollanda'da %35 ve Macaristan'da %34'tür. YE kaynaklarında İsveç %48, Danimarka, Finlandiya ve Letonya her biri %40 ile en büyük paya sahipken, nükleer enerji Fransa'da mevcut enerjinin %41'ini, İsveç'te ise %25'ini oluşturmaktadır. Türkiye'de %26 olan katı fosil yakıtların payı AB içinde en yüksek Estonya (%56), Polonya'da (%42) ve Çekya (%30)'da görülmektedir (Eurostat, 2023c).

Grafik 10. Brüt Kullanılabilir Enerji İçinde YE'nin Payı, (2021, %)

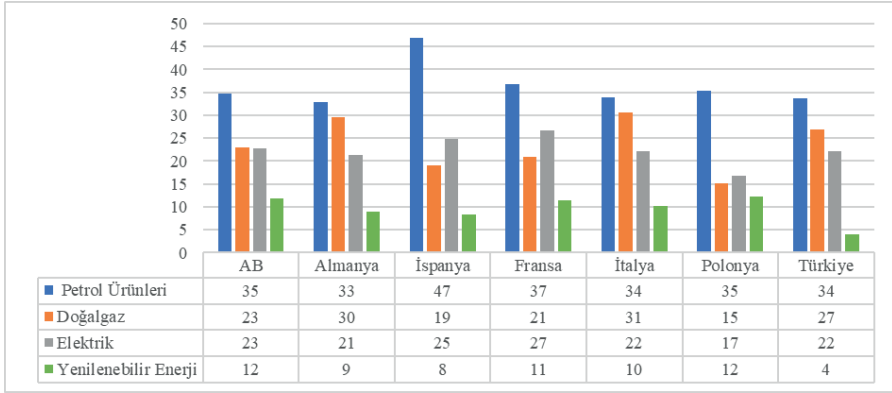
Kaynak: Eurostat (2023c) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Grafik 10'da görüldüğü üzere, AB ortalaması YE payı %17 iken Türkiye %15 ile ortalamaya yakındır. Yine AB'nin en büyük iki ekonomisi Fransa ve Almanya ortalamasının altında bir paya sahiptir. Özellikle AB üyesi Kuzey Avrupa ülkeleri İsveç, Danimarka ve Finlandiya YE payı bakımından ilk üç içinde sıralanmışlardır.

5.2.4. Enerji Tüketimi

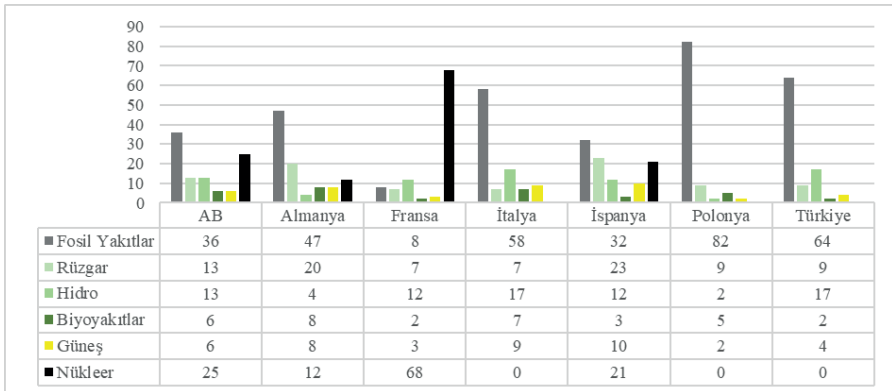
Öncelikle AB'de en fazla hangi sektörlerin enerji tükettiğine bakıldığında, 2021'de en fazla enerjiyi ulaştırma sektörü (nihai enerji tüketiminin %29'u) tüketirken, bunu hane halkı (%28), sanayi (%26), hizmetler (%14), tarım ve ormancılık (%3) takip etmiştir. Diğer taraftan tüketilen enerji birim fiyatlarına bakıldığında, 2022'nin ilk yarısında ev elektriği birim fiyatları, vergi ve harçlar dahil 100 kWh başına 46 Avro ile en yüksek Danimarka'da iken, en düşük fiyatlar 5 Avro ile Hollanda ve 9 Avro ile Macaristan'da kaydedilmiştir (EC, 2023d).

Grafik 11'de görüldüğü üzere, 2021 yılında AB'de kalorifer yakıtı, benzin, motorin gibi petrol ürünleri nihai enerji tüketiminin %35'i ile en çok tüketilen yakıt türüdür. Elektrik ve doğalgaz %23'er payla ikinci sırada yer alırken, YE'nin payı (mekanın ısıtılması veya sıcak su üretimi için odun, güneş enerjisi, jeotermal veya biyogaz gibi elektriğe dönüştürülmemiş) %12'dir. Hidroelektrik, rüzgâr enerjisi veya güneş fotovoltaik gibi diğer yenilenebilir kaynaklar da elektriğe dahil olduğundan YE'nin gerçek tüketimi %12'nin üzerindedir.

Grafik 11. Enerji Ürünlerinin Toplam Nihai Enerji Tüketimindeki Payı, (2021, %)

Kaynak: Eurostat (2023d) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Grafik 12’de ise elektrik üretiminin hangi kaynaklardan geldiği gösterilmektedir. AB’de tüketilen nihai enerjinin yaklaşık %24’ü farklı kaynaklardan gelen elektriktir. Grafikte de görüldüğü üzere, 2021 yılında AB’de elektrik üretiminde YE %38 ile ilk sırada yer alırken, fosil yakıtlar %36 ve nükleer santraller %25 ile YE’nin ardından gelmektedir. Yenilenebilir kaynaklar arasında ise rüzgâr türbinleri ve hidroelektrik santrallerinin her ikisinin de payı %13, biyoyakıtlar ve güneş enerjisinin her ikisinin de payı %6 olmuştur.

Grafik 12. Kaynağına Göre Elektrik Üretimi, (2021, %)

Kaynak: Eurostat (2023e) verileri kullanılarak hazırlanmıştır.

Elektrik üretiminin kaynakları üye devletler arasında farklılık göstermektedir. AB toplam enerji arzında ilk beş arasında yer alan grafikteki üye ülkeler ve Türkiye bakımından değerlendirme yapıldığında, fosil yakıt bağımlılığı en yüksek olan ülke %82 ile Polonya ve hemen ardından %64 ile Türkiye'dir. Fosil yakıt bağımlılığı en düşük ülke elektrik üretiminde %68 oranında nükleer santrallerden faydalanan Fransa'dır. İspanya ise kaynaklar bakımından daha dengeli bir dağılıma sahiptir.

2022 yılı ön verileri, AB'de brüt elektrik üretiminin 2021 yılına göre %3 azaldığını göstermektedir. 2020 yılında elektrik üretiminde YE kaynaklarının fosil yakıtları geçmesinin ardından fosil yakıtların payı tekrar artarak 2022 yılında üst üste ikinci kez elektrik üretiminde ana kaynak olmuştur. Fosil yakıtlar 2021 yılına kıyasla %3,3 artarak 2022'de 1,11 milyon Gigawatt-saat (GWh) üretirken, yenilenebilir kaynaklar ise %0,1 artışla 1,08 milyon GWh üretmiştir. YE tarafında, 2022 yılı ön verileri en büyük artışın güneş fotovoltaik enerjisinden (+%29,3) ve rüzgârdan (+%8,9) üretilen elektrikte olduğunu göstermektedir. Öte yandan, aynı referans döneminde hidroelektrik (-%17,7) ve katı biyoyakıtlardan (-%7,4) elektrik üretimi azalmıştır. Bu farklılaşan eğilimler sonucunda 2022 yılında yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi 2021 yılına kıyasla nispeten istikrarlı kalmıştır. Nükleer santrallerin üretimi 2021 yılıyla karşılaştırıldığında %16,7 düşüşle 609 bin GWh olurken, 2017-2019 ortalamasına göre ise %20,1 azalmıştır (EC, 2023f).

Türkiye için güncel veriler itibarıyla enerji üretim, tüketim ve kaynakların dağılımına bakıldığında (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023);

- Türkiye elektrik üretimi 2022 yılında bir önceki yıla göre %1,9 azalarak 328,3 Terawatt-saat (TWh), elektrik tüketimi ise bir önceki yıla göre %0,5 oranında azalarak 331,1 TWh olmuştur.
- 2022 yılında elektrik üretiminin %57,5'i fosil yakıtlardan (%34,6'sı kömürden, %22,9'u doğal gazdan), %39,4'ü YE kaynaklarından (%20,3'ü hidrolik enerjiden, %10,6'sı rüzgârdan, %5,1'i güneşten, %3,4'ü jeotermal enerjiden) ve %3'ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir.
- 2023 yılı Ağustos ayı sonu itibarıyla kurulu güç 105.417 Megawatt (MW)'a ulaşmıştır.
- 2023 yılı Ağustos ayı sonu itibarıyla kurulu güç kaynak dağılımı, %52,7'si YE kaynaklardan (%30'u hidrolik enerji, %11'i rüzgâr, %10,1'i güneş, %1,6'sı jeotermal) olmak üzere, %44,8'i fosil yakıtlardan (%24,1'i doğal gaz, %20,7'si kömür) ve %2,6'sı ise diğer kaynaklardan oluşmuştur.

Sonuç

Geleceğe ilişkin veriler çalışmada ortaya konulan verilerle birleştirildiğinde, genel olarak tüm dünyada YE kaynaklarından daha fazla enerji üretim ve tüketimine yönelik politika ve uygulama artışı olduğu, özellikle ülkelerin arz güvenliği endişesinin yanında enerjinin uygun, ulaşılabilir ve sürdürülebilir olması gereğinden hareketle kamu ve özel yatırımlarını bu alanda artırdıkları görülmektedir. Zaten temiz enerjiye yapılacak küresel yatırımın 2023'te 1,7 trilyon ABD Doları ile tüm zamanların en yüksek tutarına yükseleceği tahmini bu tespitin somut halidir.

Diğer taraftan enerji krizinin tüm boyutları ile halen etkisini devam ettirdiği koşullarda AB, iklim değişikliği ile mücadelede liderlik rolü üstlenerek 2050 yılı itibariyle karbon nötr ilk kıta olma hedefini gerçekleştirme iradesi ile zorlu bir sürece girmiştir. Aynı şekilde AB'ye aday ülke konumunda olan Türkiye gerek AB ile müzakere sürecinde Enerji (15. Fası) ile Çevre ve İklim Değişikliği (27. Fası) başlıkları kapsamında gerek her geçen yıl artan enerji ihtiyacını sürdürülebilir şekilde karşılama noktasında gerekse Paris İklim Antlaşması ile 2053 net sıfır emisyon hedefi boyutuyla YE kaynaklarının payını her geçen yıl artırmaktadır.

Ayrıca 2050 yılına kadar beklenen sera gazı emisyon azaltımlarının yarısı, henüz pazara sunulmaya hazır olmayan teknolojiler gerektirecektir. Dolayısıyla araştırma ve geliştirme (AR-GE) faaliyetleri, AB'nin teknolojik egemenliğini ve küresel rekabet gücünü artırmak için çok önemli bir bileşendir (EC, 2022c). Aynı durum Türkiye için de geçerli olduğundan henüz yeterli düzeyde olmayan AR-GE payı özel ve kamu yatırımları ile artırılmalıdır.

Enerji ve sera gazı azaltım politikalarında, karbon yakalama ve depolama ile verimlilik ve geri dönüşüm yanında YE kaynaklarının payını artırmak birbirini tamamlayıcı araçlardır (Doğan, Doğan & Tüzer, 2022). Bu sebeple gerek AB gerekse Türkiye'de iklim değişikliği politikalarında YE kaynaklarının etkisini artıracak tamamlayıcı teknolojik çözümler bütüncül politikanın önemli bir parçası olarak dikkate alınmalıdır.

Madalyonun diğer yüzüne bakıldığında; AB ülkeleri izinleri kolaylaştırmak için son 18 ayda, önceki on yılın tamamına kıyasla daha fazla politika ve düzenleme değişikliği gerçekleştirmiş olsa da (IEA, 2023c), AB'de yeşil ekonomiye geçişin ve enerji dönüşümünün hızının halen yetersiz olduğu değerlendirilmektedir (Küçük & Dural, 2022). Bu anlamda yoğun olarak ithal fosil yakıtlara bağlı AB ve Türkiye ekonomileri için tercihten ziyade artık zorunluluk haline gelen yeşil enerji dönüşümünü uzun ve sancılı bir süreç beklemektedir.

Kaynakça

- ABIHA, (2009). Avrupa Birliği'nin İşleyişi Hakkında Antlaşma. <https://www.ab.gov.tr/files/pub/antlasmalar.pdf>
- Doğan S., Doğan E. & Tüzer, M. (2022). Yeşil Dönüşüm ve Döngüsel Ekonomi, S. Doğan, A. Aytaç (Ed.), İklim Değişikliği ve Döngüsel Ekonomi Yaklaşımı, (41-88), Çanakkale, Paradigma Akademi Yayınları.
- EC, (2022a). European Commission, European Commission, Report From The Commission to The European Parliament and The Council Progress on Competitiveness of Clean Energy Technologies, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0643>
- EC, (2022b). European Commission, Türkiye 2022 Report.
- EC, (2022c). European Commission, Research and Innovation to Repower the EU, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/9868d789-dbd4-11ec-a534-01aa75ed71a1/language-en>
- EC, (2023a). 29 Ağustos 2023, https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/bioenergy/biomass_en
- EC, (2023b). 29 Ağustos 2023, https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules/renewable-energy-targets_en
- EC, (2023c). European Commission, DG Climate Action, European Environment Agency, *EEA/PUBL/2023/044*, Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990–2021 and Inventory Report 2023 Submission to the UNFCCC Secretariat.
- EC, (2023d). 19 Ağustos 2023, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/interactive-publications/energy-2023#>
- EC, (2023e). 16 Ağustos 2023, https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Gross_available_energy#:~:text=Gross%20available%20energy%20%3D%20Primary%20production,satisfy%20all%20the%20energy%20demands.
- EC, (2023f). 7 Eylül 2023, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/w/ddn-20230705-2#:~:text=Fossil%20fuels%20generated%201.11%20million,and%20lignite%20was%20up%206.7%25.>
- EEA, (2021). European Environment Agency, Trends and Projections in Europe 2022 Report.
- EESI, (2023). Environmental and Energy Study Institute, 22 Ağustos 2023 <https://www.eesi.org/topics/bioenergy-biofuels-biomass/description#:~:text=Biomass%20can%20be%20used%20to,those%20organisms%2C%20plant%20or%20animal.>
- Eriş, Ö. Ü. (2016). Avrupa Birliği: Tarihçe, Teoriler, Kurumlar ve Politikalar, Enerji Politikası, (619-637), B. Akçay, İ. Göçmen (Ed.), Ankara, Seçkin Yayıncılık.

- Eurostat, (2023a). Statistical Office of The European Union, 22 Ağustos 2023, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_S_custom_7591658/default/table?lang=en
- Eurostat, (2023b). 18 Ağustos 2023, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_S_custom_7591801/default/table?lang=en
- Eurostat, (2023c). 25 Ağustos 2023, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_S_custom_7591892/default/table?lang=en
- Eurostat, (2023d). 27 Ağustos 2023, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_S_custom_7592084/default/table?lang=en
- Eurostat, (2023e). 15 Ağustos 2023, https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_BAL_S_custom_7592187/default/table?lang=en
- G20, (2023). New Delhi Leaders' Declaration New Delhi, India, 12 Eylül 2023, https://www.g20.org/content/dam/gtwenty/gtwenty_new/document/G20-New-Delhi-Leaders-Declaration.pdf
- IEA, (2020a). "World Energy Balances 2020: Extended Energy Balances", 17 Ağustos 2023, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Energy%20supply&indicator=TESbySource>
- IEA, (2020b). 29 Ağustos 2023, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=Renewables%20and%20waste&indicator=SDG72modern>
- IEA, (2023a). World Energy Investment Report.
- IEA, (2023b). Renewables 2022 Analysis and Forecast to 2027.
- IEA, (2023c). International Energy Agency, Renewable Energy Market Update Outlook for 2023 and 2024 Report.
- IPCC, (2011). The Intergovernmental Panel on Climate Change, Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation Report.
- IRENA (2023). World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5°C Pathway, Volume 1, International Renewable Energy Agency, https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Jun/IRENA_World_energy_transitions_outlook_v1_2023.pdf?rev=cc4522ff897a4e26a47906447c74bca6
- Küçük, G. & Yüce Dural, B. (2022). Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Yeşil Ekonomiye Geçiş: Enerji Senaryoları Üzerinden Bir Değerlendirme, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22 (1), 137-156. DOI: 10.18037/ausbd.1095137
- MIT, (2023). Massachusetts Institute of Technology Climate Portal, 26 Ağustos 2023, <https://climate.mit.edu/explainers/renewable-energy>
- National Geographic, (2023). 15 Ağustos 2023, <https://education.nationalgeographic.org/resource/renewable-energy-explained/>

- Nationalgrid, (2023). 1 Eylül 2023, <https://www.nationalgrid.com/stories/energy-explained/what-is-green-energy>
- REN21, (2023). Renewables Now, Renewables 2023 Global Status Report, Energy Demand. Database, <https://www.ren21.net/gsr2023-data-pack>
- SHURA, (2022). Energy Transition Center, Financing The Energy Transition in Turkey Within The Context of The Green New Deal.
- T.C. Dışişleri Bakanlığı, (2023). 21 Ağustos 2023, <https://www.mfa.gov.tr/turkeys-energy-strategy.en.mfa>
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, (2023). 2 Eylül 2023, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>
- TESAB, (2021). Türkiye Elektrik Sanayi Birliği, Eurelectric Türkiye Yeşil Mutabakat Çalışma Grubu, Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Türkiye Elektrik Enerjisi Sektörü Değerlendirmesi.
- TWI, (2023). 1 Eylül 2023, <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/renewable-energy>
- UN, (2023a). United Nations, 3 Eylül 2023, <https://www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy-transition>
- UN, (2023b). United Nations, 3 Eylül 2023, <https://www.un.org/en/climatechange/raising-ambition/renewable-energy>
- UN, (2023c). United Nations, 3 Eylül 2023, <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>
- UNECE, (2023). United Nations Economic Commission for Europe, 23 Ağustos 2023, <https://unece.org/sustainable-energy/sustainable-resource-management/unfc-and-geothermal-energy>
- UNEP, (2023). United Nations Environment Programme, 24 Ağustos 2023, <https://www.unep.org/explore-topics/energy/what-we-do/renewable-energy>
- University of Oxford, (2023). Oxford Sustainable Finance Group, The Race to Replace: the economics of using renewables to free Europe from Russian Report.
- Wind Europe, (2020). Wind Energy And Economic Recovery In Europe Report, How Wind Energy Will Put Communities at The Heart of The Green Recovery, <https://windeurope.org/intelligence-platform/product/wind-energy-and-economic-recovery-in-europe/#:~:text=Wind%20energy%20is%20an%20important,communities%20living%20near%20wind%20farms>
- Yılmaz, F. (2022). Enerji Yönetimi ve Türkiye: Avrupa Yeşil Mutabakatı Çerçevesinde Bir Değerlendirme, Akademia Doğa ve İnsan Bilimleri Dergisi, 8(1), 19-37, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/adibd/issue/68882/1030076>