

Mühdan Sağlam<sup>1</sup>

Enerji ve İklim Değişikliği Çalışmaları Merkezi Direktörü

## İSPANYA ELEKTRİK KESİNTİSİ VE TÜRKİYE'YE OLASI ETKİLERİ

28 Nisan'da İspanya'da başlayıp Portekiz ve Fransa'da da kısmi karşılık bulan elektrik kesintisi özellikle İber Yarımadası'nda gündelik hayatı felç etti. Trafik ışıkları çalışmadığı için araçlar arasında yaşanan kaos, sayısı 260'a çıkan asansörde kalma vakası, tünellerde kalan metrolar, iptal edilen tren seferleri, aksayan uçuşlar elektriğin gündelik hayattaki etkisini ve yaşamsallığını göstermesi açısından kritik örnekler sundu. Ortaya çıkan tablonun vahameti, kesintinin Avrupa tarihindeki en büyük alt yapı krizlerinden biri olarak tanımlanmasıyla da kendini gösterdi.

İber Yarımadası'nda yaşanan bu krizin son yıllarda yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretiminde rekor kıran İspanya'dan gelmesi, "Kesintinin nedeni yenilenebilir kaynaklar mı?" sorusuna neden oldu. İspanya otoriteleri ve ulusal elektrik dağıtım şebekesini yöneten operatör firması Red Eléctrica de España kök neden konusunda bir yanıt ortaya koymadı, bu konuda uzman raporlarını beklemek gerektiğini hatırlattı. İspanya'da OHAL ilan edilmesine neden olan bu kesintinin nedenleri için beklemek gerekse de ortaya çıkan resim elektrik sistemleri, kaynak çeşitlendirmede sistem sorunları, birbirine entegre biçimde çalışan Avrupa elektrik sistemini ve Türkiye'nin durumunu gözden geçirmeyi gerektiriyor.

### İspanya elektrik görünümü: Yenilenebilir kaynakların payı %56'ya çıktı

Yaklaşık 38 yıldır AB üyesi olan İspanya, Brüksel'in net zero hedefleri kapsamında ulusal katkı beyanı uyarınca emisyon

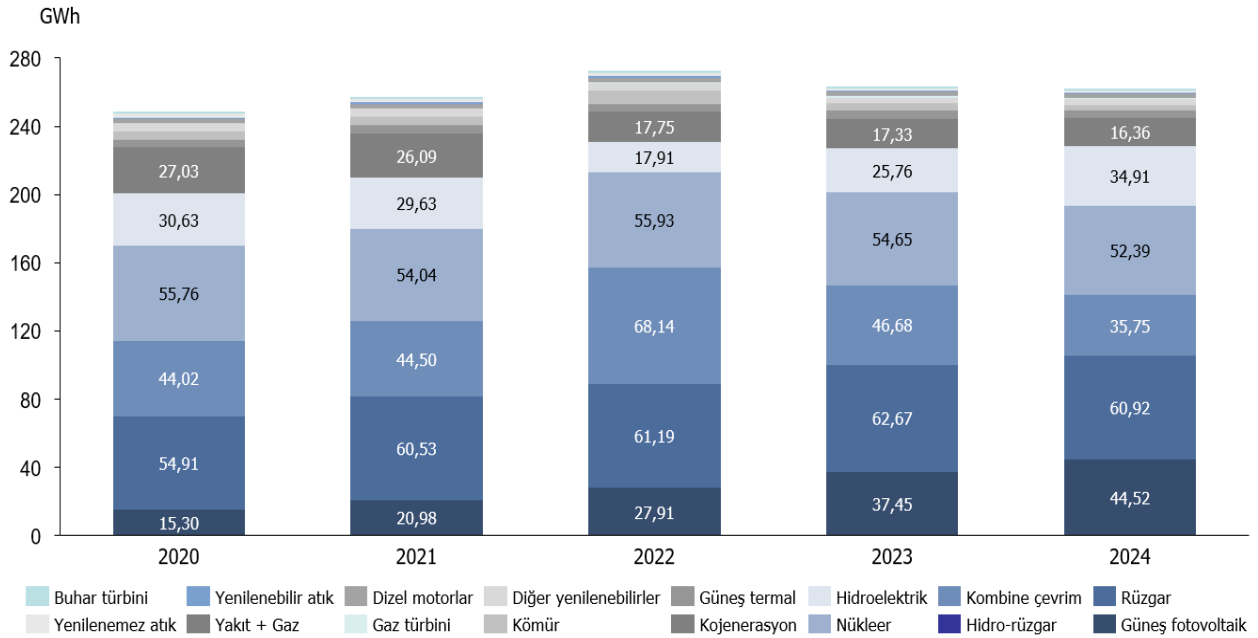
<sup>1</sup> <https://tepav.org.tr/tr/ekibimiz/s/1494>

Bu çalışmada ifade edilen bulgular, yorumlar, sonuçlar, öneriler ve görüşler tamamen yazar(lar)ına aittir. TEPAV'ın resmi görüşü değildir. © TEPAV, aksi belirtilmedikçe her hakkı saklıdır.

oranlarını geriletmek için elektrik üretiminde hızla yenilenebilir kaynaklara yönelen ülkelerin başında yer alıyor.

İspanya, 2023-2030 dönemi için Ulusal Enerji ve İklim Planı'nı (NECP) güncelleyerek hedeflerini artırdı. Yeni 2023-2030 yol haritası, 1990'a kıyasla 2030 yılına kadar sera gazı (GHG) emisyonlarını %32 oranında azaltmayı, enerji verimliliğini %43 oranında artırmayı ve %50 enerji bağımsızlığına ulaşmayı hedefliyor.<sup>2</sup> Bu planlama uyarınca nihai tüketimdeki elektrik payı %35'e yükselecek ve elektrik talebi %34 oranında artacak. Benzer biçimde yenilenebilir enerji kaynaklarının 2030'a kadar enerji karışımının %81'ini oluşturması ve nihai enerji tüketiminin %48'ini karşılaması planlanıyor.<sup>3</sup> Çizilen bu istikamet uyarınca İspanya, elektrik üretiminde kaynak çeşitliliğini arttırdığı gibi özellikle yenilenebilir kaynaklara dönük yatırımları teşvik edici politikalar izliyor. İspanya yıllık elektrik üretimde kaynakların değişimi ve sahip oldukları ağırlık Grafik 1'de gösterilmiştir.

**Grafik 1: İspanya Elektrik Üretimi**

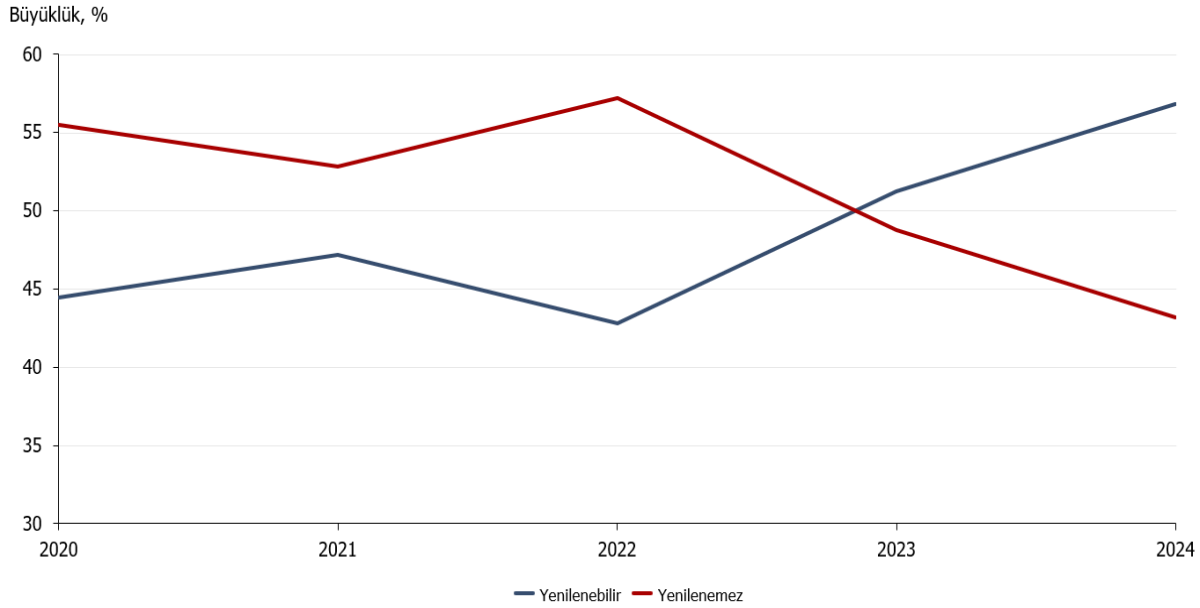


Kaynak: Red Eléctrica

Söz konusu veriler incelendiğinde İspanya elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payının 2024'te rüzgarda %23,2 güneşte %17 hidroelektrikte %13,3 toplamda yüzde 56,8'e çıktığı görülmektedir. Kömür kaynaklı üretim, 2022'de %2,7'lik paya sahipken bunun 2023 ve 2024'te %1,1'e gerilediği görülmektedir. Doğal gaz temelli üretimin %24,8'den %13,6'ya gerilediği görülmüştür. Nükleer enerji, yıllar içinde yaklaşık %20'lik sabit bir payla elektrik üretiminde önemli bir rol oynamaya devam etmektedir. Verilerin yol göstericiliğinde 2022'de %42,2 olan yenilenebilir enerji payı, 2024'te %56,8'e yükselmiştir.

<sup>2</sup>Morgado, H. vd. ,Spain's climate action, European Parliament, strategy [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/767171/EPRS\\_BRI\(2024\)767171\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/767171/EPRS_BRI(2024)767171_EN.pdf)

<sup>3</sup>Spain's updated NECP targets 81% of renewable power generation by 2030, EnerData, <https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/spain-target-2030-power-renewable.html>

**Grafik 2: İspanya Elektrik Üretiminde Yenilenebilir ve Yenilenemez Kaynakların Değişimi**

Kaynak: Red Eléctrica

Artış dikkatli biçimde incelendiğinde özellikle güneş ve rüzgardaki sıçrama dikkat çekicidir, ki bu sıçramayı sağlayan bu alanlara dönük teşvik edici yatırım politikasıdır. Bunun yanı sıra İspanya'nın elektrik üretiminde kaynakların dağılımına dönük stratejisi, iklim hedefleriyle uyumlu olacak şekilde hızla elektrik üretimini yenilenebilir kaynaklara kaydırmayı temel alır.

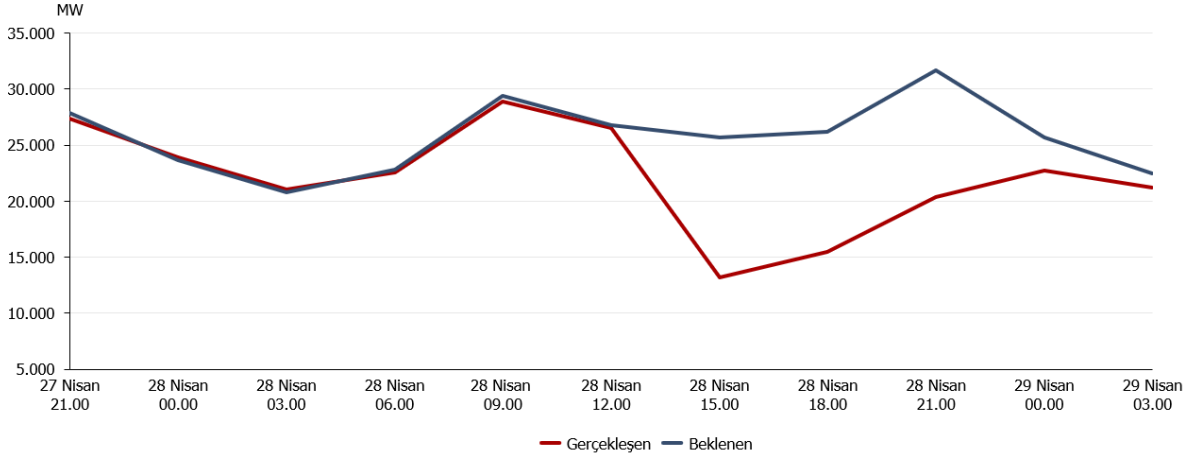
**Elektrik kesintisi ve elektrik üretiminin görünümü**

İspanya elektrik üretiminde kaynakların çeşitliliği ve ağırlığında yıllık bazda ciddi bir dönüşüm yaşandı. Bununla beraber 28 Nisan Pazartesi 12,30 civarında ülkenin karanlığa gömülmesi, gündelik hayatı sarsan kaotik gelişmelere zemin yarattı.

Red Eléctrica de España şirketinden yapılan açıklama ve paylaşıma göre kesinti sırasında İspanya'nın elektriğinin %59'unu güneş fotovoltaik (PV), yaklaşık %12'sini rüzgar, yaklaşık %11'ini nükleer ve %5'ini kombine çevrim gaz türbini (CCGT) santralleri oluşturdu.<sup>4</sup> İspanya'nın elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payının yüksek olması 'kesintinin nedeni bu kaynaklar mı?' sorusuna neden oldu.

Şirketin paylaştığı veriler incelendiğinde elektrik kesintisinin gerçekleştiği Madrid saatiyle 12.33'ten itibaren ertesi gün 03.00'e üretimde 15 GW'lık bir düşüş olduğu görülmektedir. Düşüş incelendiğinde Güneş, rüzgar ve hidroelektrik üretimindeki gerileme kapasitedeki bu kaybın kaynakları olarak görülüyor. Bununla beraber söz konusu kaynaklarda bir anda gerçekleşen üretim düşüşün nedeni hala belli değildir.

<sup>4</sup>Red Electrica (2025), Generation structure by technology (GWh) | Electricity system: National, <https://www.ree.es/en/datos/generation/generation-structure>

**Grafik 3: Kapasitedeki 15 GW'lık düşüş elektrik kesintisini tetikledi**

Kaynak: Red Eléctrica

Ortaya çıkan kesintinin kök nedenini bulmak zaman almaktadır, uzmanlar gerekli incelemeleri yaptıktan sonra net yanıtlara ulaşılabilecektir. Peşinen sorunu yenilenebilir kaynaklar üzerinden açıklamaksa eksik ve yanıltıcı olacaktır<sup>5</sup> ki İspanya otoriteleri bu seçeneğin geçerli olmadığını ifade etti. Kaldı ki 2003 Londra elektrik, 2006 Almanya elektrik kesintisi, 2019 İngiltere kesintisi, kaynaklardan ziyade sistem kaynaklı sorunlara dikkat çeken örneklerdir.<sup>6</sup> Elektrik sistemleri alanında çalışan uzmanlar da bu sistemlerin kompleks yapısına dikkat çekerek 2003 New York elektrik kesintisinde olduğu gibi tali sebeplerin dahi böyle vahim sonuçlara neden olduğuna dikkat çektiler.<sup>7</sup> New York örneğinde yaşandığı gibi bazen bir ağaç dahi büyük çaplı kesintiye neden olacak sistem arızasına yol açabilir.

### Elektrik üretiminde geleneksel kaynaklarla yenilenebilir kaynaklar arasındaki farklar

İspanya'da yaşanan kesintinin Fransa'yı etkilemesinin ardından Fransa, İspanya şebekesinde yaşanan frekans dengesizliği nedeniyle İspanya'dan elektrik alımını askıya aldığını açıkladı.<sup>8</sup> Söz konusu bu açıklama dikkate alındığında kesinti öncesinde şebekede bir frekans dengesizliği olduğu, yani üretim ile tüketim arasındaki dengede bir sapma olduğu sonucuna varılabilir. İspanya elektrik görünümü hatırlandığında, frekans sorununa elektrik sisteminin yenilenebilir kaynakların kısıtlarını gözeterek şekilde güncellenmemiş olması etki etmiş olabilir.

Elektrik şebekelerinin kararlı şekilde çalışması, üretim ve tüketim arasındaki dengenin anlık olarak korunmasını temel alır. Bu denge, teknik olarak şebeke frekansının sabit tutulmasıyla

<sup>5</sup> Millard, R. vd. (29 Nisan 2025). How did Spain's electricity grid collapse? Financial Times, <https://www.ft.com/content/e922cda3-801d-40df-8455-5d3aeae34288>

<sup>6</sup> European Commission (2007). Blackout of November 2006: Important lessons to be drawn. [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip\\_07\\_110](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_07_110)

Horton H. (29 Nisan 2025). What caused the blackout in Spain and Portugal and did renewable energy play a part? The Guardian. <https://www.theguardian.com/environment/2025/apr/29/what-caused-the-blackout-in-spain-and-portugal-and-did-renewable-energy-play-a-part>

<sup>7</sup> Şanlı B. (1 Mayıs 2025), İspanya Elektrik Kesintisinde Bildiklerimiz ve Bilmediklerimiz, Enerji Sohbetleri, <https://open.spotify.com/episode/2MJKZFatsmyWMuFJAFEYUS?si=67cf10f6ddcd45fd>

<sup>8</sup> Khatsenkova, S. (29 Nisan 2025). Is France protected from a major power outage as seen in Spain and Portugal? Euronews, <https://www.euronews.com/my-europe/2025/04/29/is-france-protected-from-a-major-power-outage-as-seen-in-spain-and-portugal#:~:text=While%20millions%20of%20people%20were,a%20few%20minutes%20of%20outage.>

bağlantılıdır. Örneğin Avrupa şebekesi için 50 Hz olarak tanımlanan bir frekans değeri kullanılmaktadır. Sistemin nabızı olarak da tanımlanabilecek olan frekans değeri, sistemdeki en ufak sapmaya duyarlı olup, arz-talep arasındaki uyumun göstergesi olarak ele alınıyor. Frekans değeri odağa alındığında geleneksel kaynaklarla yenilenebilir kaynaklar arasındaki farka değinmek gerekir.

Geleneksel enerji kaynaklarıyla (hidro, kömür, doğal gaz, nükleer vb.) çalışan santrallerin elektrik üretiminde şebeke frekansını dengeleme kapasitesi yüksektir. Bunun nedeniyse, değinilen santrallerin büyük ölçekli döner makineler aracılığıyla fiziksel atalet sağlamasıdır. Santraller, üretim sırasında ortaya çıkan mekanik enerjiyi dönel hareket yoluyla elektrik enerjisine çevirirken aynı zamanda şebekeye kararlılık kazandırır; ani tüketim artışları veya üretim düşüşleri gibi frekans sapmalarına karşı doğal bir direnç oluşturur. Bunun yanında geleneksel santraller, üretim seviyelerini hızlı biçimde ayarlayabildikleri için hem arz-talep dengesizliklerinde hem de olası sistem arızalarında frekansın kontrol altında tutulmasına katkı sağlar. Bu yönüyle değerlendirildiğinde, geleneksel kaynakların frekans kararlılığı açısından şebekeye doğrudan yapısal bir destek sağladığı sonucuna varılabilir.

Buna karşılık, yenilenebilir enerji kaynaklarının şebekeye invertörler aracılığıyla bağlanması, bu sistemlerin döner kütle barındırmaması nedeniyle fiziksel atalet sağlayamamasına neden olur. Bir başka anlatımla, Güneş ışınımı veya rüzgar hızındaki dalgalanmalar nedeniyle üretimin kısa süre içinde değişkenlik göstermesi, arz-talep dengesinin korunmasını güçleştirmekte ve bu istikrarsızlık doğrudan frekans stabilitesinde karşılık bulur.<sup>9</sup>

Ortaya çıkan bu yapısal özellikler, yenilenebilir kaynakların niteliğinin bir sonucudur. Basitçe bu kaynakları görmezden gelip, elektrik üretiminde frekans istikrarı için paylarının düşürülmesi, yok sayılmaları, suçlamaların hedefine konulmaları, yalnızca iklim değişikliğiyle mücadelenin riske girmesini beraberinde getirmez, aynı zamanda bilim ve teknolojinin hızla sonuç üreten, zorlayıcı koşulları yeni teknoloji ve tekniklerle kolaylaştıran, bazen sorunları ortadan kaldıran kabiliyet ve kapasitesini de yok saymak olur.

### **Sorun yenilenebilir kaynaklarda değil; elektrik sisteminin uyumunda**

Yenilenebilir kaynaklar, elektrik üretiminde her geçen gün, emisyon seviyelerini aşağıya çekme, hızla artan elektrik talebini karşılama açısından önemli bir rol üstlenmektedir. Ancak İspanya'daki büyük çaplı kesinti, konuya dönük bir başka sorunun yeteri kadar dikkate alınmadığına işaret etmektedir: Elektrik sistemlerinin kaynaklara göre güncellenmesi ve yenilenebilir kaynakların olası frekans değişikliğine uyumuna dönük destekleyici ek tedbirler.<sup>10</sup>

Yenilenebilir enerji kaynaklarının şebeke frekansı üzerindeki etkilerini dengelemek ve bu kaynakların sistem entegrasyonunu güvenli biçimde sürdürebilmek amacıyla şebeke altyapısında bir dizi teknolojik güncelleme ve güçlendirmeye ihtiyaç vardır. Bu kapsamda öncelikli olarak, fiziksel atalet etkisi sağlayamayan yenilenebilir üretim birimlerinin bu açığını telafi edecek teknolojilerin yaygınlaştırılması gerekir. Sanal atalet (*synthetic inertia*) sağlayabilen ileri seviye invertör sistemleri, güneş ve rüzgar santrallerinin şebeke frekansına aktif olarak katkı sunmasına olanak tanır.<sup>11</sup> Bununla birlikte, ani üretim düşüşleri veya talep

<sup>9</sup> Yang Q. vd. (2021). Synthetic Inertia Control of Grid-Connected Inverter Considering the Synchronization Dynamics. IEEE Transactions on Power Electronics, (99):1-1

<sup>10</sup>Bouso, R. (30 Nisan 2025). Don't blame renewables for Spain's power outage. Reuters. [https://www.reuters.com/business/energy/dont-blame-renewables-spains-power-outage-bouso-2025-04-30/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.reuters.com/business/energy/dont-blame-renewables-spains-power-outage-bouso-2025-04-30/?utm_source=chatgpt.com)

<sup>11</sup> Liang, L. Vd. (2023) A resilience enhanced hierarchical strategy of battery energy storage for frequency regulation, Energy Reports, ss. 625-636

artışları gibi kısa süreli dengesizliklerin engellenmesi için batarya enerji depolama sistemlerinin (BESS) şebekeye entegre edilmesi kritik öneme sahiptir. Yani yüksek manevra kabiliyetine sahip hızlı yedek enerji kaynaklarının sistemde hazır bulundurulmasıyla, frekans stabilitesinin korunması sağlanabilir.<sup>12</sup>

Bu teknik önlemlerin yanı sıra, şebekenin dijital altyapısının güçlendirilmesi ve yönetim kabiliyetinin artırılması da önem arz etmektedir. Akıllı şebekeler (*smart grids*), üretim ve tüketimi gerçek zamanlı izleyerek sistem operatörlerinin frekans dengesizliklerine hızlı ve hedefli müdahalede bulunmasını mümkün kılar. Gelişmiş ölçüm, izleme ve veri analiz teknolojilerinin entegre biçimde kullanılmasıyla hem arz tarafında üretim tahminleri hem de talep tarafında yük esnekliği daha etkin yönetilebilir. Özellikle talep tarafı yönetimi (DSM) uygulamaları, şebeke üzerindeki yükün optimize edilmesine katkı sağlayarak frekans stabilitesine destek sunar. Bu doğrultuda, yenilenebilir enerji sistemlerinin teknik ve operasyonel gerekliliklerine uygun bir altyapı modeli oluşturarak, elektrik şebekesinin esnekliğini ve dayanıklılığını artırmak mümkündür.<sup>13</sup>

### Avrupa'daki kesintilerden Türkiye sınırlı etkilenir

İspanya'da yaşanan elektrik kesintisinin komşularını da etkilemesinin nedeni AB üyeleri arasında enterkonnekte, yani birbirine bağlı bir yapının bulunmasıdır. Türkiye elektrik sistemi de 18 Eylül 2010 tarihinde ENTSO-E Avrupa Elektrik İletim Sistemi Operatörleri Ağı'na bağlanmıştır. Türkiye elektrik sisteminin Kıta Avrupası elektrik sistemi ile kalıcı işletimi için hukuki alt yapıyı oluşturacak "Uzun Dönem Anlaşma" 15 Nisan 2015 itibarıyla Brüksel'de TEİAŞ ve ENTSO-E arasında imzalanmıştır.<sup>14</sup>

Benzer biçimde bu bağlantı Türkiye'nin Yunanistan ve Bulgaristan'a elektrik ihraç etmesini de sağlamaktadır. Aradaki karşılıklı bağlantı "Olası bir kesinti Türkiye'yi nasıl etkiler?" sorusunu gündeme getiriyor. Bu soruya iki faktör gözetilerek yanıt verilebilir.

İlk olarak, Türkiye'nin ENTSO-E'ye bağlı olması AB elektrik piyasasında yaşanan bir sorunun, kesintinin Türkiye'de de karşılık bulması ihtimalini akla getirmektedir. Her ne kadar Türkiye bu sisteme bağlı olsa da ulusal elektrik üretimi, TEİAŞ kontrolünde olup, böylesi dış faktörlerin etkisi sınırlandırılmıştır. Bununla beraber bu kesintinin çapı, süresi, nedenleri domino etkisiyle, sınırlı da olsa Türkiye'de bir etki yaratabilir. Benzer biçimde Türkiye'nin Yunanistan ve Bulgaristan gibi AB üyesi komşularına yaptığı elektrik ihracatı, bu iki ülkedeki talebin anlık değişimi nedeniyle yine sınırlı bir ticari etkiye de açıktır.

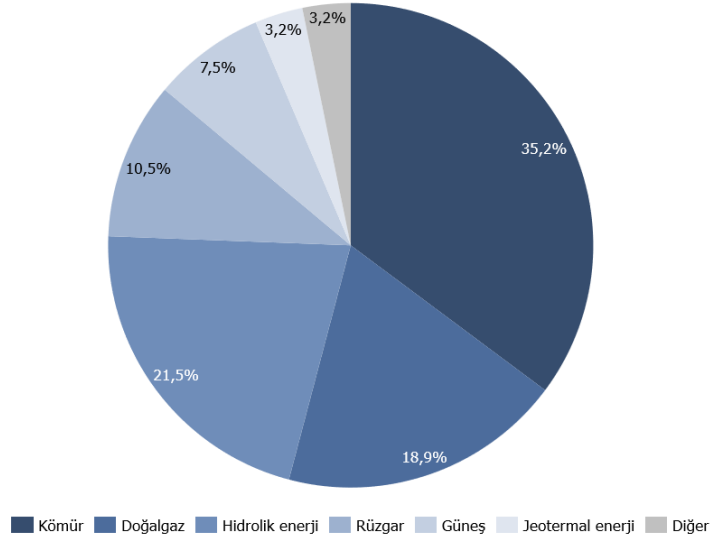
İkincisi, kesintinin çapı ve etkisi nedeniyle küresel ve bölgesel enerji piyasalarında yaşanacak sarsıntı ve bunun ithal edilen enerji kalemlerine yansması üzerinden olabilir. Türkiye 2024'te bir önceki yıla göre %5,4'lük bir artışla 348,9 TWh elektrik üretmiştir. *Grafik 3'te* gösterildiği üzere üretimin %35,2'si kömürden, %18,9'u doğal gazdan, %21,5'i hidrolik enerjiden, %10,5'i rüzgardan, %7,5'i güneşten, %3,2'si jeotermal enerjiden ve %3,2'si diğer kaynaklardan elde edilmiştir.<sup>15</sup>

<sup>12</sup> Yang Q. vd. (2021). Synthetic Inertia Control of Grid-Connected Inverter Considering the Synchronization Dynamics. IEEE Transactions on Power Electronics, (99):1-1

<sup>13</sup> Petteri, S. Vd.. (2024) Effects of trust and perceived benefits on consumer adoption of smart grid technologies: a mediation analysis. International Journal of Sustainable Energy 43:1.

<sup>14</sup> Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı, 2005. Türkiye, Avrupa Elektrik İletim Sistemi Operatörleri Ağı İle Kalıcı Bağlantı Anlaşması İmzaladı, Avrupa Birliği Başkanlığı, <https://www.ab.gov.tr/49931.html>

<sup>15</sup> Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2025), Elektrik, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, <https://enerji.gov.tr/bilgi-merkezi-enerji-elektrik>

**Grafik 4: Türkiye 2024 Elektrik Üretimini Kaynaklara Göre Dağılımı**

Kaynak: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Grafik: Yaren Küçükkör

Elektrik üretiminde ithal kaynakların payı %40 düzeyindedir. Bu durum özellikle ithal girdinin fiyatlarında olası bir oynaklık veya girdiye ulaşamama durumunda elektrik üretimine sınırlı bir etki yaratabilir.

Toparlamak gerekirse, İspanya'da 28 Nisan'da başlayan ve Portekiz ile Fransa'da etkiler yaratan elektrik kesintisinin nedeni henüz belirlenemedi, uzmanlar ilgili araştırma ve tespitin aylar alabileceği konusunda uyarıyor. Öte yandan İspanya elektrik üretiminde yenilenebilir kaynakların payının yüzde 60'lara yaklaşması, kesintinin arkasında bu kaynaklar olmasa dahil, yenilenebilir kaynakların elektrik sistemine istikrarlı biçimde bağlanması ve frekans değişikliklerinin önüne geçilmesi açısından bazı alternatifleri tartışmaya dönük bir fırsat sunmaktadır. Bu çerçevede sanal atalet sağlayıcılar, dijital şebeke, batarya ve depolama teknolojileri uzmanların üzerinde durduğu alternatifler olarak dikkat çekiyor. Öte yandan Avrupa içinde yaşanan bu gelişme Türkiye'yi ithal edilen enerji kalemlerinin fiyatlarındaki değişkenlik ve ENTSO-E'e bağlı olmak nedeniyle sınırlı da olsa etkileyebilir.