



Güneş hedeflerine güneyde kullanılmayan potansiyelle ulaşılabilir

Türkiye’de hidroelektrik üretiminin yoğun olduğu doğu illeri son beş yıl içinde iki kuraklıktan etkilenirken rüzgar ve güneş bunu telafi etti. Güney illerindeki güneş potansiyeli, yenilenebilir enerjideki istikrarlı artışta önemli rol oynayacak.

Yayınlanma tarihi: 5 Nisan 2023

Baş yazar: Azem Yıldırım

İçindekiler

İçindekiler	1
Hakkında	2
Önemli Noktalar	2
Yönetici Özeti	3
Hidroelektrik	6
Türkiye hidroelektrikte potansiyeline ulaşmış durumda	6
Hidroelektrikte güçlü iller 2021'deki kuraklıktan derinden etkilendi	7
Güneydoğu 2022'de geride kalırken diğer iller toparlandı	8
Kuraklık Türkiye'nin enerji dönüşümünü yavaşlatıyor	9
Güneş	10
2022'de güneş enerjisi üretiminin yarısından fazlasını on il karşıladı	10
Büyük ölçekli güneş projesi Konya'da yenilenebilirdeki artışın itici gücü oldu	10
Güney illerindeki kullanılmayan potansiyel güneşte ilerlemeyi frenliyor	11
Lisanssız elektrik yönetmeliğindeki değişiklikler güneş başvurularını teşvik etti	13
Kapasite ihaleleri coğrafi olarak daha dağıtık hale geldi	15
Yüksek potansiyel, yavaş ilerleme	16
Rüzgar	17
Batı illeri rüzgardan elektrik üretiminde lider	18
İzmir, Çanakkale ve İstanbul rüzgardan üretimdeki artışın üçte birinden fazlasını sağladı	19
İhale edilen rüzgar kapasiteleri yıllardır inşa edilebilmiş değil	20
Türkiye'nin daha iddialı rüzgar hedeflerine ihtiyacı var	21
Yenilenebilirdeki ilerleme	22
Üç il neredeyse tüm jeotermal üretime ev sahipliği yapıyor	23
Altı il Türkiye'nin biyokütle elektriğinin neredeyse yarısını üretti	23
Konya, İzmir ve İstanbul Türkiye'nin yenilenebilir enerji öncüleri oldu	23
Hidroelektrik harici yenilenebilir enerji kaynakları kuraklığın etkisini azalttı	24
Ekler	26
Veriler	26
Teşekkür	26

Hakkında

Ember'in bu raporu, 2018-2022 yılları için aylık elektrik üretim verilerini sunarak Türkiye'nin temiz kaynaklardan elektrik üretimindeki değişimleri il bazında ortaya koymaktadır. Çeşitli net sıfır yol haritası çalışmaları, yenilenebilir elektrik potansiyeli hesaplamaları, kapasite başvuruları ve ihaleler incelenerek öneriler sunulmuştur. Rapor, güneş enerjisi üretiminin hızlandırılması ihtiyacını vurgulamakta ve ilgili politika değişikliklerini tartışmaktadır.

Önemli Noktalar

%17

İzmir'in 2022'de ulusal rüzgar üretimindeki payı

%20

Konya'nın 2022 yılında ulusal güneş enerjisi üretimindeki payı

x5.1

2022'de lisanssız güneş enerjisi kapasitesi başvurularındaki artış

Yönetici Özeti

Türkiye'nin temiz enerji hedeflerine ulaşabilmesi için güneş potansiyeli yüksek illere odaklanması gerekiyor

2021 ve 2022 yıllarında, Türkiye'de hidroelektrik dışı yenilenebilir elektrik üretimi hidroelektriği geçti. Fosil yakıtlara bağımlılığın sonlanması için hidro harici yenilenebilir kaynaklardan enerji üretimi artarak bu durum istisna değil olağan hale gelmelidir.

01

Kuraklıklar rüzgar ve güneş enerjisinde hızlanma ihtiyacını ortaya çıkarıyor

Kuraklıktan kaynaklanan volatilité, yenilenebilir elektrikte ana kaynağın hidroelektrik olduğu Türkiye için ciddi bir risk oluşturmaktadır. Hidroelektrikte önemli iller olan Şanlıurfa, Elazığ ve Diyarbakır'da 2020'den 2021'e hidroelektrik üretimi 10 TWh (-%39) düşmüştür. Türkiye hidroelektrik açığını pahalı olan ithal doğalgazla kapatmaktadır. Rüzgar ve güneş enerjisi kurulumlarının hızlandırılması bu riskli bağımlılığı sona erdirecektir.

02 Temiz enerjinin ağırlık merkezi batıya doğru kayıyor

2022 yılında Türkiye'deki yenilenebilir elektrik üretiminin yarısı, ağırlıklı olarak doğu illerinde yoğunlaşmış hidroelektrik santrallerinden gelmiştir. Bununla birlikte, çoğunlukla Orta Anadolu, Akdeniz ve batı illerinde kullanılan hidroelektrik harici kaynaklar, 2018-2022 yılları arasında temiz elektrik üretimindeki artışın %79'unu oluşturmuştur. Aydın ve İzmir, temiz kaynaklardan sırasıyla 8 TWh ve 7 TWh elektrik üreterek 2022 yılında ülkenin en büyük iki yenilenebilir enerji üreticisi haline gelmiştir. Türkiye'nin orta kesiminde yer alan ve güneş açısından zengin bir il olan Konya, %72'si güneşten gelen 4 TWh ile aynı yıl yenilenebilirden elektrik üretiminde ilk ona girmiştir.

03 Güney illerinde kullanılmayan güneş potansiyeli temiz enerji hedeflerine ulaşmayı zorlaştırıyor

Türkiye son beş yılda rüzgar ve güneş enerjisi alanında kayda değer bir ilerleme göstermiştir. Ancak, potansiyel ve gerçekleşen güneş enerjisi üretimi arasında bir uyumsuzluk söz konusudur. 2022'de güneş enerjisi üretiminin yarısından fazlasını yalnızca on il gerçekleştirirken, Konya tek başına %21'ini üretmiştir. Aynı zamanda Antalya ve Van gibi yüksek potansiyelli illerin payları sırasıyla yalnızca %3 ve %2'dir. Türkiye'nin yılda 3-4 GW ilave güneş enerjisi kapasitesi hedefine ulaşması için, yeterince kullanılmayan güney ve güneydoğu illerinde güneş enerjisine yönelmesi gerekmektedir.

04 Lisanssız güneş enerjisi kapasitesi başvuruları 2022'de hızla arttı

Öz tüketime yönelik lisanssız güneş enerjisi projeleri, Türkiye'de güneş enerjisindeki büyümenin itici gücü olmuştur. Öyle ki 2022 yılında Türkiye'deki toplam güneş enerjisi üretiminin %78'i lisanssız santrallerden gelmiştir. Mayıs 2021'de yapılan yeni düzenleme ile üretim tesislerinin tüketim noktasında olması zorunluluğu kaldırılarak üreticilere santrallerini aynı dağıtım bölgesi içinde uygun bir araziye kurma hakkı tanınmıştır. Bunu takiben, yıllık lisanssız güneş enerjisi kapasitesi başvuruları 2021'de 1,2 GW'tan 2022'de 6 GW'a çıkarak beş kat artmıştır.

Türkiye'de yenilenebilir enerjinin ağırlık merkezi, hidro açısından zengin olan doğudan rüzgar ve güneşin bol olduğu batıya doğru kayıyor. Beş yıl içinde yaşanan iki kurak dönem, Türkiye'nin enerji dönüşümünün kuraklık sebebiyle yavaşlamaması için hidro harici yenilenebilir enerji kaynaklarının kilit öneme sahip olduğunu gösterdi. Türkiye'nin elektrik dönüşümünü gerçekleştirebilmek için güneşli güney illerini daha verimli kullanması gerekiyor.

Azem Yıldırım

Türkiye Enerji Analisti, Ember



Hidroelektrik

Sık yaşanan kuraklıklar hidronun kırılğanlığını ortaya koyuyor

Hidroelektrik Türkiye'nin en büyük temiz enerji kaynağı, ancak beş yıl içinde yaşanan iki kurak dönem hidroelektriğin artan değişkenliğini ortaya çıkardı.

Türkiye hidroelektrikte potansiyeline ulaşmış durumda

Hidroelektrik tarihsel olarak Türkiye'nin ana yenilenebilir elektrik kaynağı olmuştur. Türkiye, 32 GW ile Norveç'ten sonra [Avrupa'daki en yüksek ikinci hidroelektrik kapasitesine sahiptir](#). 2022 yılında toplam elektrik üretiminin beşte birinden biraz fazlasına denk gelen [67 TWh hidroelektrik üretilmiştir](#).

Türkiye, Ocak 2023'te 2035 yılına kadar kapasite hedeflerini içeren yeni [Ulusal Enerji Planı](#)'nı açıkladı. 2053 net sıfır hedefini temel alan plan, hidroelektrik enerji için kapasite artışının 4 GW artarak 2030'da 36 GW ile zirveye ulaşacağı ve ardından sabit kalacağı bir senaryo öngörüyor.

[İstanbul Politikalar Merkezi](#) (İPM), [Europe Beyond Coal](#) (EBC) ve [SHURA](#)'nın diğer net sıfır yol haritası çalışmaları, aynı dönem için daha düşük hidroelektrik kapasite projeksiyonlarına sahiptir. İPM'nin beklentisi 2030'a kadar 33 GW şeklindeyken EBC 32 GW öngörmekte ve SHURA yol haritalarına pompaj depolamalı dışında yeni hidroelektrik kapasitesi dahil etmemektedir.

Ulusal Plan'da ve diğer projeksiyonlarda hidroelektrik kapasitesindeki sınırlı artışlar göz önüne alındığında, hidroelektrik dışı yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye'nin elektrik dönüşümüne öncülük edeceği açıktır.

Hidroelektrikte güçlü iller 2021'deki kuraklıktan derinden etkilendi

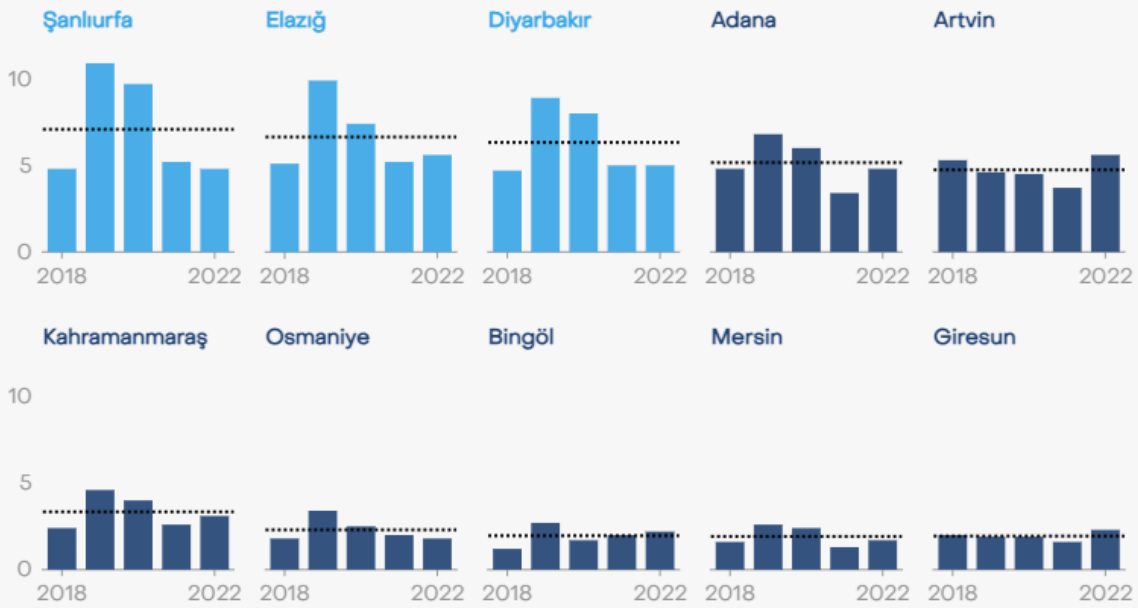
2018 ve 2021 Türkiye için kurak yıllar olmuştur. Hidroelektrik üretimi 2018 yılında 60 TWh civarında gerçekleşerek 2018-2022 yılları arasındaki beş yıllık ortalamasının %14 altında kalmıştır. Ancak 2021'deki kuraklık daha şiddetli olmuş ve hidroelektrik üreten tüm iller etkilenmiştir. Ülke genelinde yağış miktarı [son yirmi yılın en düşük seviyesinde](#) gerçekleşmiş ve hidroelektrik üretimi 56 TWh'ten 22 TWh'e (-%29) düşmüştür. Üretim 2022'de 67 TWh'e yükselmiş olsa da, 2020 seviyesinin %14 altında kalmıştır.

Beş yıllık ortalama üretim açısından Türkiye'nin hidro lideri olan Şanlıurfa, 2021'de en çok etkilenen il olmuştur. İilde hidro üretimi bir önceki yıla göre neredeyse yarı yarıya (-4,5 TWh) düşmüştür. Elazığ, yıllık %30'luk bir düşüşe karşılık gelen 2,2 TWh hidroelektrik üretim kaybıyla en çok etkilenen ikinci il olmuştur.

Güneydoğu illeri 2021 ve 2022'de kuraklıktan en çok etkilenen iller oldu

Hidroelektrik üretimi (TWh)

Noktalı çizgiler illerin beş yıllık üretim ortalamasını temsil eder



Kaynak: EPIAŞ, EPDK, Ember hesaplamaları - Grafik sadece en yüksek ortalama hidroelektrik üretimine sahip on ili içermektedir

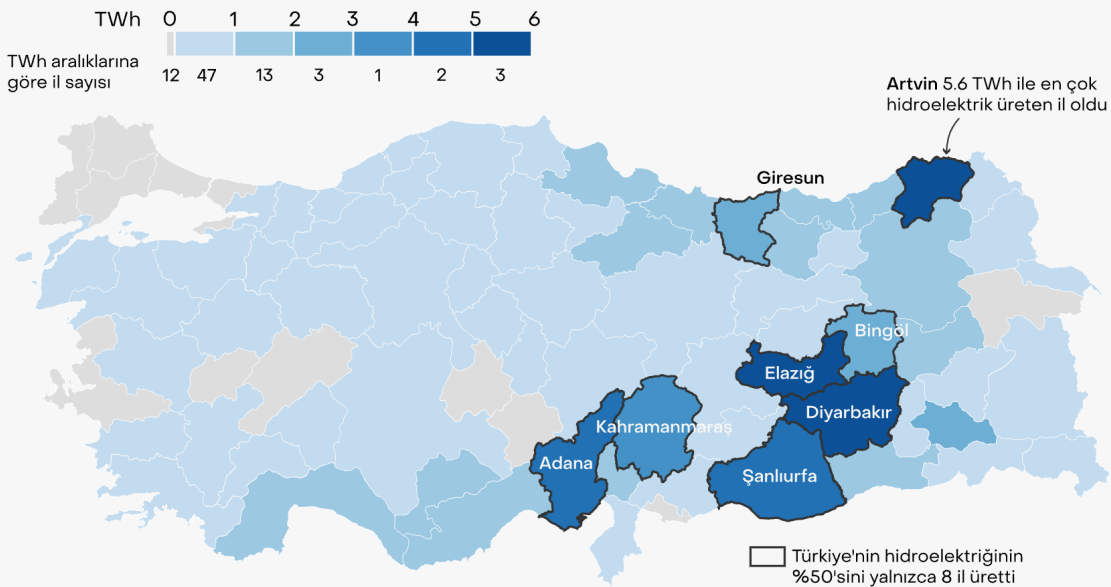
Kuraklıktan en çok güney illeri etkilense de Karadeniz'deki iller de zarar görmüştür: Artvin 0,8 TWh (-%17), Giresun ise yaklaşık 0,3 TWh (-%14) hidroelektrik üretim kaybı yaşamıştır.

Güneydoğu 2022'de geride kalırken diğer iller toparlandı

2022 yılında 2021'deki kuraklığın etkileri azalmış olsa da, her ilde hidroelektrik üretiminde toparlanma görülmemiştir. Güneydoğu illeri, bir önceki yıla göre çok düşük artışlar ya da düşüşler görmüştür. Güney kıyısındaki Adana ve Karadeniz kıyısındaki Artvin en güçlü toparlanmayı gösteren iller olmuştur. Hatta Artvin 2020'deki üretimini yaklaşık 1,1 TWh aşarak 2020'de Türkiye'nin hidroelektrik üreten illeri arasında beşinci sırada iken 2022'de birinci sıraya yükselmiştir. Artvin'in bu sıralamada üst sıralara yükselmesinin başlıca nedeni, Elazığ ve Şanlıurfa gibi hidroelektrik zengini diğer illerdeki üretimin düşük seytermesi olmuştur.

2022'de Türkiye'nin hidroelektrik üretiminde ilk beş ili Artvin, Elazığ, Diyarbakır, Şanlıurfa ve Adana olmuştur.

Güneydoğunun kuraklıktan yavaş toparlanması Artvin'in 2022'de hidroelektrik üretiminde birinci olmasına sebep oldu



Kuraklık Türkiye'nin enerji dönüşümünü yavaşlatıyor

Türkiye, kurak dönemlerde kaybedilen hidroelektriği [ithal doğalgazdan elde edilen elektrikle ikame etmektedir](#). Sıcak yaz aylarında soğutma için elektrik talebi de arttığından kuraklıklar Türkiye'nin toplam elektrik üretiminde yenilenebilir enerjinin payının azalmasına sebep olmaktadır. Kış ve bahar aylarında yaşanan kuraklık, barajlı hidroelektrik santrallerinin rezervuarlarının yeterince dolmamasına sebep olduğunda hidroelektrik yazın soğutma amaçlı elektrik talebindeki bu artışı karşılayamamaktadır. Hidro harici mevcut yenilenebilir kapasite bu boşluğu doldurmak için yeterli olmadığından, kurak yılların yaz aylarında doğalgazdan elektrik üretimi artmaktadır.

Kapasite ilaveleri ve santral modernizasyonu gelecekte hidroelektrik üretimini ancak sınırlı ölçüde artırabileceğinden, kuraklık dönemlerinde fosil yakıt ihtiyacını ortadan kaldırmak için rüzgar ve güneş enerjisi üretiminin artması gerekmektedir.

Güneş

Güneşte Konya öne çıkarken Antalya potansiyelinin altında

Konya beş yıl içinde güneşten elektrik üretiminde üç kattan fazla bir büyüme kaydetti. Türkiye'nin yenilenebilir enerji hedeflerine ulaşabilmesi için güneşli güney illerinin de Konya'yı takip etmesi gerekiyor.

2022'de güneş enerjisi üretiminin yarısından fazlasını on il karşıladı

2022 yılında Türkiye'nin güneş enerjisi üretiminde ilk beş ili Konya, Şanlıurfa, Ankara, Kayseri ve İzmir olmuştur. 2018 yılından beri kalan 11 ilde de güneş kapasitesi kurulmasıyla 2022 yılında Türkiye'nin 81 ilinin tamamı güneşten elektrik üretmiştir.

Türkiye için güneş enerjisinin avantajlarından biri dağıtık potansiyelidir; güneşten elektrik tüketildiği yerde üretilebilir ve ulusal şebekeye bağımlılığı azaltır. Buna rağmen, Türkiye'de güneş enerjisi üretimi coğrafi olarak yoğunlaşmış haldedir. Güneşten en çok elektrik üreten on il, 2022 yılında ülke çapında güneş enerjisi üretiminin yarısından fazlasını oluşturmuştur.

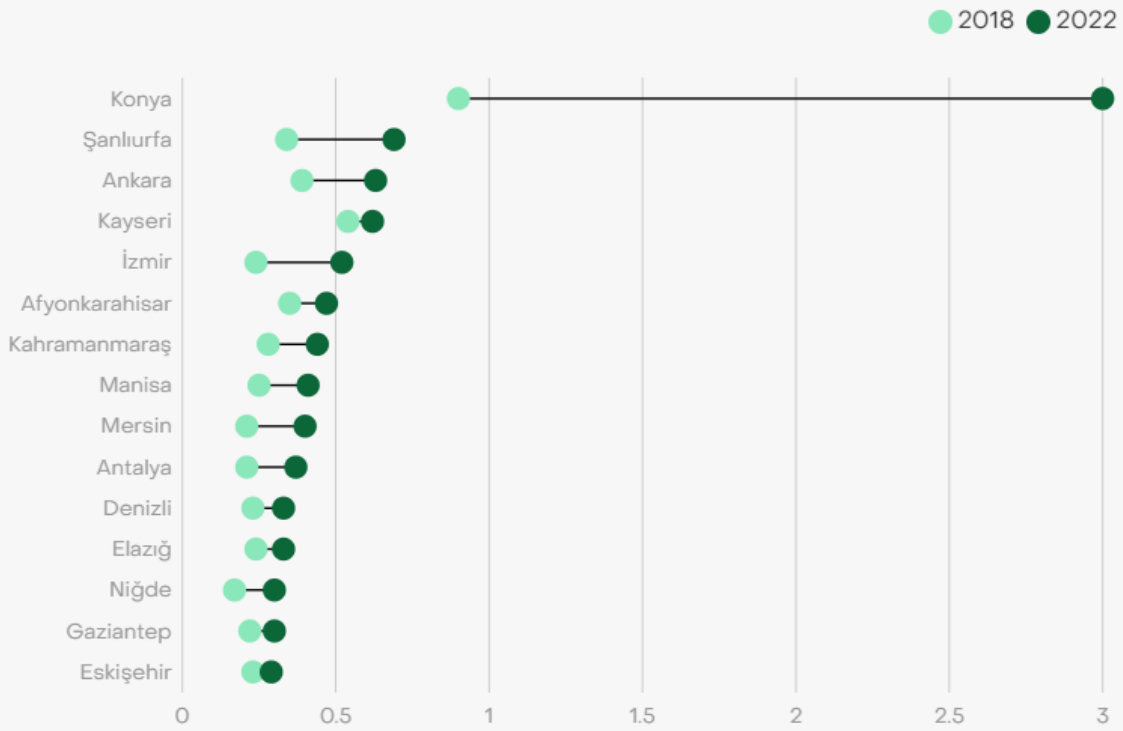
Büyük ölçekli güneş projesi Konya'da yenilenebilirdeki artışın itici gücü oldu

Konya, 2018'den bu yana Türkiye'de güneş enerjisi üretimindeki artışın %33'ünü sağlamıştır. İl, 2022 yılında 2,9 TWh güneş enerjisi üreterek ülke genelindeki güneş enerjisi üretiminin beşte birinden fazlasını gerçekleştirmiştir. Bu artışa Karapınar Güneş Enerjisi Santrali öncülük etmiş, 2022 yılında ülke genelindeki toplam 2,7 TWh lisanslı güneş enerjisinin %63'ünü bu santral üretmiştir.

Ekim 2022 itibarıyla Karapınar'ın planlanan kapasitesinin %90'ı kurulmuş olup, santral o yıl Konya'nın güneş enerjisi üretiminin %57'sini oluşturmuştur. Karapınar, 2023 yılında tamamen faaliyete geçtiğinde toplam 1350 MW kapasiteye ulaşarak Avrupa'nın en büyük güneş enerjisi santrali olacaktır.

Konya güneşten elektrik üretiminde öne çıkıyor

Güneşten en fazla elektrik üreten 15 il



Kaynak: EPİAŞ, EPDK, Ember hesaplamaları

EMBER

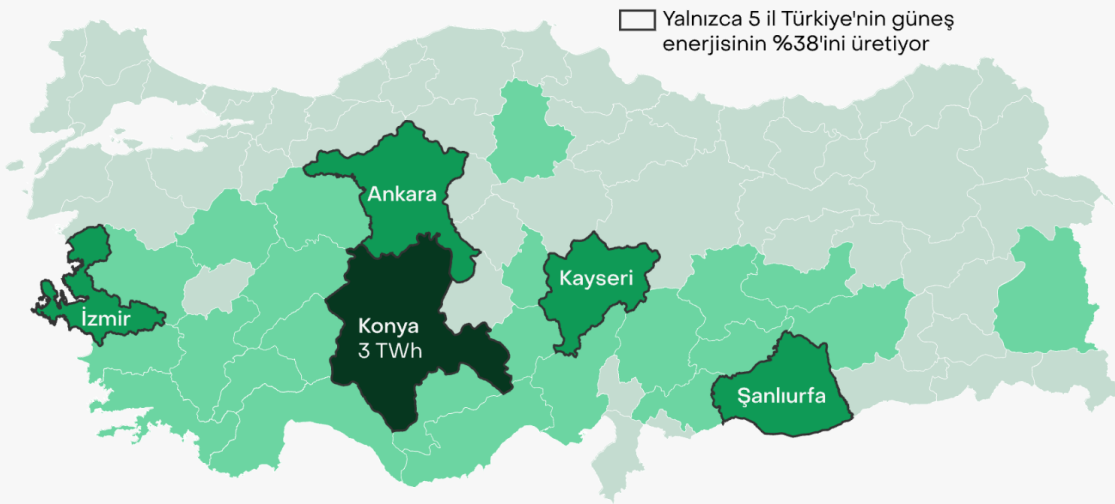
Güney illerindeki kullanılmayan potansiyel güneşte ilerlemeyi frenliyor

Konya nihayetinde diğer illere kıyasla olumlu bir uç örnek olarak görülebilir. Güneş enerjisi üretiminin mevcut durumu, Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli ve üretimi arasında coğrafi bir uyumsuzluk olduğunu göstermektedir. Beş yıl içinde güneş enerjisi üretiminde en yüksek artışı gerçekleştiren beş il (Konya, Şanlıurfa, İzmir, Ankara ve Van) güneş enerjisi üretimindeki ulusal artışın yarısını oluşturmuştur. Konya, Şanlıurfa ve Van yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip olsa da, diğer güneşli illerin görece daha düşük potansiyelli Ankara ve İzmir'den daha iyi performans göstermesi beklenebilirdi.

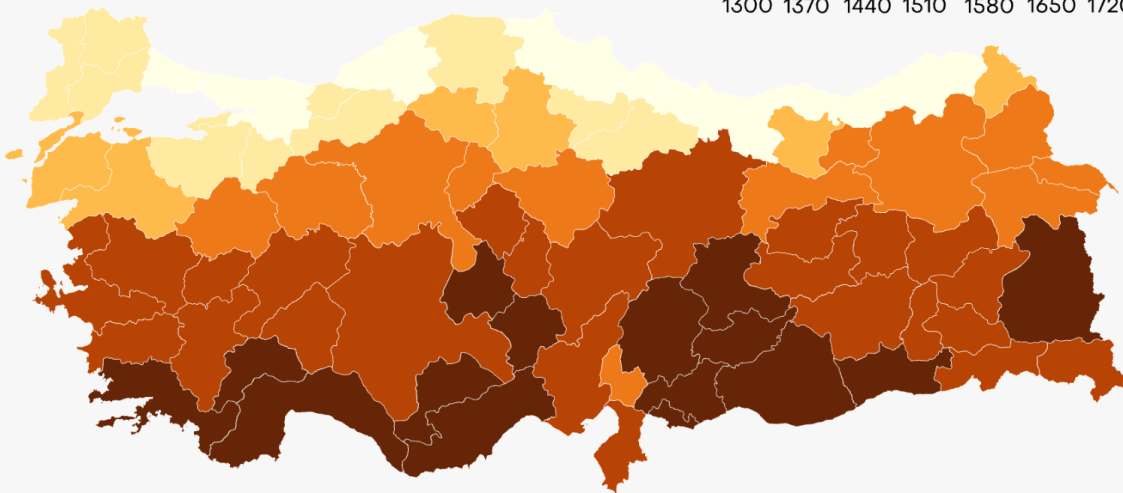
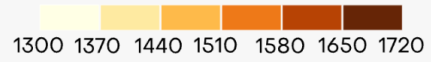
Güneşten elektrik üretiminin artışı da coğrafi olarak yoğunlaşmış ve illerin ışınım potansiyeli ile orantısız gerçekleşmiştir.

Türkiye'nin güney illeri güneş enerjisinde potansiyelinden uzak

Güneşten elektrik üretimi TWh, 2022



Güneş enerjisi potansiyeli Işınım (KWh/m²-yıl)



Kaynak: EPIAŞ, EPDK, Solargis, Ember hesaplamaları

Antalya, karşılanmamış potansiyelin önemli bir örneği olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'deki en yüksek güneş ışınımı oranlarından birine sahip olmasına rağmen Antalya, 2022 yılında güneş enerjisi üretiminde onuncu sırada yer alarak ülkenin güneş enerjisinin yalnızca %3'ünü üretmiştir. Potansiyel baz alındığında, Türkiye'nin Akdeniz ve güneydoğu illerinin, daha kuzeydeki İzmir-Ankara-Kayseri üçgeninden daha fazla güneş enerjisi üretebileceği görülmektedir.

Şanlıurfa, 2022 yılında Konya'dan sonra güneş enerjisi üretiminde en üst sırada yer almasına rağmen, güney ve doğudaki diğer iller daha geride kalmıştır. Van, Konya'dan bile daha yüksek bir potansiyele sahip olmasıyla bunun çarpıcı bir örneğidir. Van, 2018'den 2022'ye kadar güneş enerjisi üretiminde en büyük beşinci artışı kaydetmiştir ancak yine de 2022 yılında güneş enerjisi üretiminde yalnızca on dokuzuncu sırada yer alarak Ankara (3.) ve İzmir (5.) gibi illerin çok gerisinde kalmıştır. Doğudaki dağlık arazi, şebeke ölçeğinde güneş enerjisi inşa etmeyi zorlaştırırsa da bölgenin potansiyelinden daha küçük projeler ile faydalanabilir.

Güneş enerjisinin Türkiye için sunduğu olanaklar sadece yüksek güneş ışınımı ile sınırlı değildir. Güneş enerjisi aynı zamanda hidroelektrik ile birlikte çalışarak kuraklıktan doğan riskleri hafifletmeye yardımcı olabilir. Artan güneş enerjisi üretimi, yaz aylarında hidroelektrik enerjiye olan ihtiyacı azaltarak hidroelektriğin kış aylarında daha esnek bir şekilde kullanılmasını sağlayacak ve [gaz ithalatı ihtiyacını azaltacaktır](#). Hidroelektrik kapasitenin yoğun olduğu güneydoğu illerinin yüksek güneş enerjisi potansiyeline sahip olması, yüzer GES çözümleri için de imkanlar sağlamaktadır. Türkiye, [yılda 171 TWh ile dünyanın dokuzuncu en büyük yüzer güneş enerjisi üretim potansiyeline sahiptir](#). Bu değer güneş enerjisinden elde edilen mevcut üretimin on katından fazladır.

Lisanssız elektrik yönetmeliğindeki değişiklikler güneş başvurularını teşvik etti

Türkiye'de güneş enerjisi kapasite artışını şebeke ölçeğinde lisanslı santrallerin aksine çoğunlukla lisanssız güneş enerjisi projeleri sağlamıştır. Bunun başlıca nedeni, ülkenin her yıl yalnızca [1 GW'lık lisanslı güneş enerjisi kapasitesi için ihale düzenlemesidir](#). Bu ihale dışında lisanslı kapasite inşa etmek mümkün olmadığından, Türkiye'nin güneş enerjisi kapasitesinin çoğu lisanssız santrallerden oluşmaktadır. Türkiye 2022 yılında toplam güneş enerjisi kapasitesinin %84'üne karşılık gelen [8 GW lisanssız güneş enerjisi kapasitesine sahiptir](#).

'Lisanssız' elektrik üretimi, şebekeye elektrik satmak yerine öz tüketim ihtiyaçlarını karşılamayı amaçlayan projeleri ifade etmektedir. Başvuru sahiplerinin lisanssız bir projeyi

onaylatmak için birden fazla kurumun dahil olduğu bürokratik bir süreçten geçmesi gerekmektedir.

Lisanssız Elektrik Üretim Yönetmeliđi'ndeki iki değişiklik, lisanssız güneş kapasitesi başvurularının artmasını sağlamıştır. İlk olarak, üretim tesisinin tüketim noktasında olması zorunluluğu [Mayıs 2021'de kaldırılmıştır](#). Çatılara ve bina cephelerine ek olarak, tüketiciler artık güneş enerjisi santrallerini genellikle birkaç ili kapsayan aynı dağıtım bölgesi içindeki uygun bir arsaya inşa edebilmektedirler. Aynı zamanda, her bir başvuru için 5 MW'lık sabit üst sınır kaldırılmıştır. Yönetmelik artık yıllık elektrik tüketimine kadar şebekeye ihtiyaç fazlası elektriğin [satılmasına izin vermekte](#), bu da tüketicinin yıllık tüketiminin iki katına kadar elektrik sağlayan güneş enerjisi santrali kurabilmesine olanak sağlamaktadır.

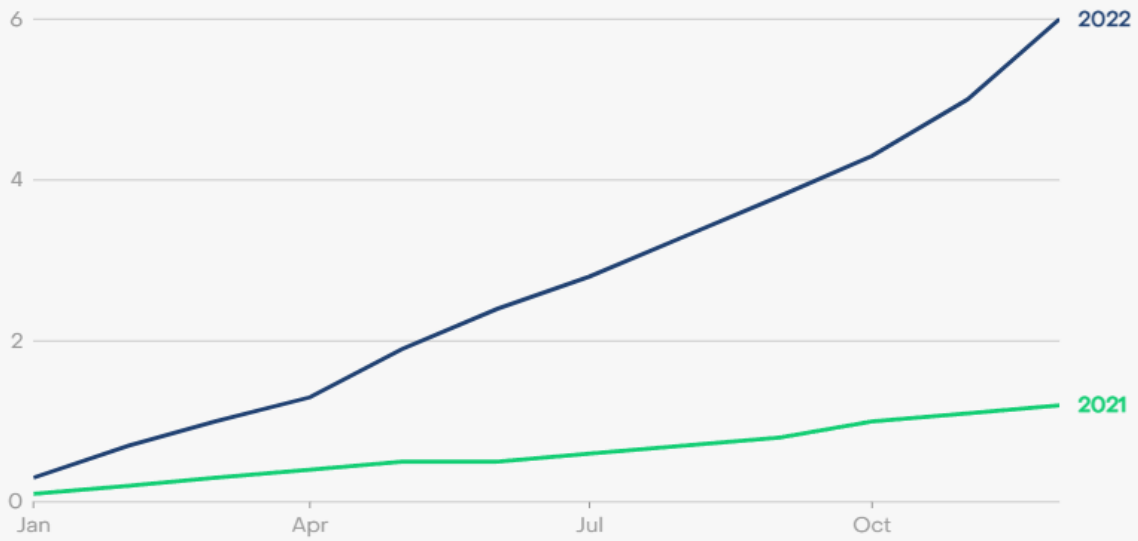
Lisanssız üretim yönetmeliğindeki bu değişiklik, güneşli illerde lisanssız güneş enerjisi proje başvurularında artışa yol açmıştır. Örneđin, Antalya, Isparta ve Burdur illerini kapsayan dağıtım bölgesinde, 2021 yılındaki toplam 137 MW'lık lisanssız güneş enerjisi başvurusunun 106 MW'ı bu yönetmelik yürürlüğe girdikten sonra yapılmıştır.

Ağustos 2022'deki [ikinci önemli mevzuat değişikliği](#), coğrafî kısıtlamayı tamamen kaldırarak farklı dağıtım bölgelerindeki tüketim noktaları ve enerji santralleri arasında mahsuplaşmaya izin vermiştir. Ancak bu değişikliğin etkileri, kapsama giren başvurular Mart 2023'te işleme alınmaya başlandığından 2022'deki lisanssız kapasite başvuru istatistiklerine henüz yansımamıştır.

Bununla birlikte, 2021 yılındaki yönetmelik değişikliğinin 2022'deki kapasite başvuruları üzerinde olumlu bir etkisi olmuştur. Bir önceki yıla göre ilk teknik incelemede olumlu değerlendirilen başvuruların toplam kapasitesi 4,8 GW'tan fazla artmış, 2022'de 6 GW'tan fazla lisanssız güneş enerjisi başvurusu işleme alınmıştır.

Lisanssız güneş kapasitesi başvuruları 2022'de beş kattan fazla arttı

Teknik değerlendirmeyi geçen kümülatif kapasite başvuruları (GW)



Kaynak: Elektrik Dağıtım Şirketleri - ADM Elektrik Dağıtım A.Ş. eksik veri nedeniyle dahil edilmemiştir. MeraM Elektrik Dağıtım A.Ş. için Ocak, Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül 2021 başvuruları raporlanmadığı için kısmi veriler kullanılmıştır.

EMBER

Bu rakamlar yalnızca onay sürecinin ilk aşamalarını geçen başvuruları temsil etmekte olup nihai onayın alınabilmesi için daha fazla şebeke fizibilite değerlendirmesinin yapılması gerekmektedir. [İlgili yönetmelik](#), onaylanan projelerin teknik özelliklere bağlı olarak bir ila iki yıl içinde tamamlanmasını gerektirmektedir. Lisanssız güneş enerjisi üretiminde 2023 yılındaki artış, düzenlemedeki değişikliğin potansiyelini kullanamayan illerde güneş enerjisi üretimini artırmada başarılı olup olmayacağını gösterecektir.

Kapasite ihaleleri coğrafi olarak daha dağıtık hale geldi

Türkiye'nin şebeke ölçeğinde rüzgar ve güneş enerjisi santrallerinin kurulumunu koordine ve teşvik etmek için kullandığı politika aracı [Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları](#)'dır (YEKA). Bu yaklaşım kapsamında Enerji Bakanlığı, belirli kapasitelerde yenilenebilir enerji santrallerinin

inşa edilebileceği alanları belirlemektedir. Bu kapasiteler daha sonra süre veya üretim bazlı elektrik alım garantileri ve yerli üretim yükümlülükleri ile ihaleler yoluyla verilmektedir.

İlk YEKA ihalesi 2017 yılında Konya'nın Karapınar ilçesinde 1 GW güneş kapasitesi için yapılmıştır. Şimdiye kadar kurulumu tamamlanan tek YEKA projesi olan Karapınar enerji santrali burada inşa edilmiştir.

2017'den bu yana güneş enerjisi için her biri 1 GW kapasite tahsis eden iki YEKA ihalesi daha yapılmıştır. Ancak, Karapınar için yapılan ilk yarışmadan farklı olarak, bunu takip eden ihaleler birden fazla ile dağılmış kapasitelerin daha küçük paylarını tahsis edecek şekilde tasarlanmıştır.

[Gerçekleştirilen ikinci güneş enerjisi YEKA yarışmasında](#) ('mini-YEKA' olarak adlandırılmıştır), 36 ilde toplam 1 GW kapasite tahsis edilmiş ve il başına maksimum 50 MW kapasite verilmiştir. Antalya, Gaziantep ve Van gibi yüksek potansiyele sahip iller bu maksimum kapasitenin tahsis edildiği iller arasında yer almıştır.

[2022'deki en son güneş YEKA'sında](#), Şanlıurfa, Hatay ve Niğde'de 50-100 MW kapasiteli 15 ihale düzenlenmiştir. Daha az sayıda büyük kapasiteli ihalelerden daha küçük kapasiteli ihalelere geçiş, YEKA politikasının daha dağıtık bir yaklaşım benimsediğini göstermektedir.

Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli diğer enerji üretim kaynaklarına kıyasla daha homojen bir dağılım gösterdiğinden, merkezi olmayan tahsis daha faydalı olacaktır. YEKA ihalelerinin birkaç ille veya tek bir ille sınırlandırılması, yüksek potansiyele sahip illerden yararlanamama riskini taşımaktadır.

Yüksek potansiyel, yavaş ilerleme

Türkiye'nin Ulusal Enerji Planı'nda belirtilen hedefler arasında güneş enerjisi kapasite hedefleri en iddialı olanlarıdır. Plan, güneş enerjisinin 2035 yılına kadar en büyük kapasiteye sahip enerji kaynağı olmasını hedeflemektedir. 2022'de [9,4 GW olan kapasitenin](#), 2030'da 32,9 GW'a yükselmesi ve 2035'te 52,9 GW'a ulaşması beklenmektedir.

Bu hedefe ulaşmak için yıllık güneş enerjisi kapasite ilavelerinin mevcut seviyenin üç katına çıkması gerekecektir. Ancak devletin güneş enerjisi kapasite hedefi, Ember'in 2030 yılına kadar elektrik üretimi için fosil yakıt ithalatını yarıya indirmek için öngördüğü [40 GW'lık kapasiteden](#) daha düşüktür. Bu hedefe ulaşmak için yıllık güneş enerjisi kapasitesi ilavelerinin dört katına çıkması gerekecektir.

Türkiye, çoğu Avrupa ülkesinden [daha yüksek güneş potansiyeline sahip olmasına rağmen](#), 2022 yılında güneşten elektrik üretimi yalnızca [15,3 TWh veya toplam üretimin %4,7'si şeklinde gerçekleşmiştir](#). Başka bir deyişle Türkiye'nin güneş enerjisi üretimi [Polonya ve Ukrayna gibi](#) daha düşük güneş enerjisi potansiyeline sahip ülkelerle aynı seviyededir.

Rüzgar

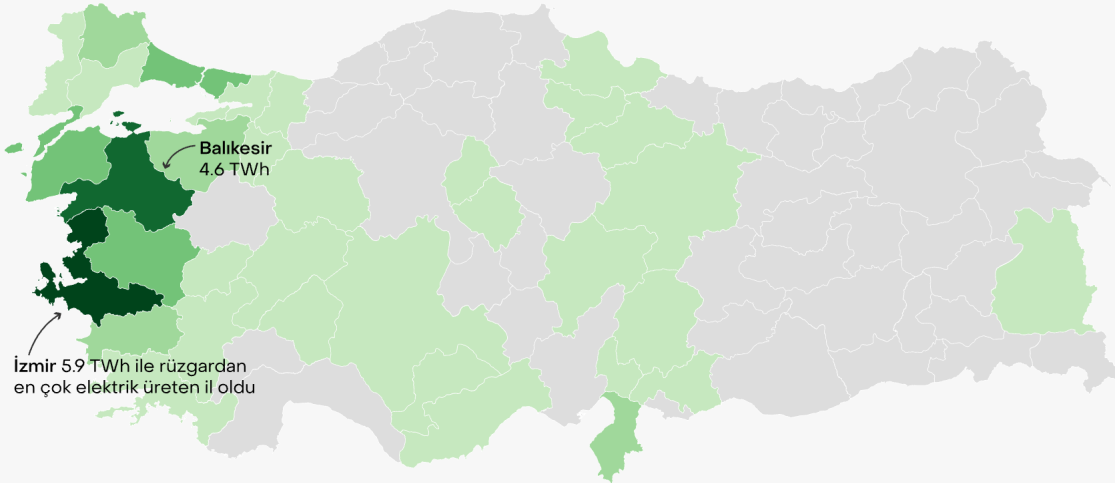
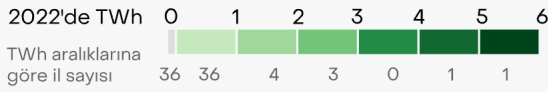
İzmir, Çanakkale ve İstanbul rüzgarı arkasına aldı

Ege ve Marmara kıyılarındaki iller rüzgardan elektrik üretimindeki artışa öncülük ediyor.

Batı illeri rüzgardan elektrik üretiminde lider

Rüzgardan elektrik üretimi Türkiye'de birkaç ilde yoğunlaşmıştır. En çok rüzgar enerjisi üreten beş il, toplam rüzgardan üretimin %53'ünü oluşturmaktadır. Türkiye'nin 34 ili ise rüzgardan hiç elektrik üretmemektedir.

İzmir ve Balıkesir 2022'de Türkiye'nin rüzgar enerjisinin %30'unu üretti



Rüzgar üretiminde lider il, rüzgarlı Ege kıyısında yer alan bir büyükşehir ev sahipliği yapan İzmir'dir. İzmir'in rüzgar enerjisi üretimi 2022 yılında 5,9 TWh olarak gerçekleşmiş ve ülkenin toplam rüzgar enerjisi üretiminin %17'sini oluşturmuştur. İzmir'i Balıkesir, Çanakkale ve Manisa takip etmektedir.

İzmir, Çanakkale ve İstanbul rüzgardan üretimdeki artışın üçte birinden fazlasını sağladı

İzmir, Çanakkale ve İstanbul, 2018-2022 yılları arasında rüzgar enerjisi üretiminde en yüksek artışı kaydeden iller olmuştur. Bu iller rüzgardan toplamda elde edilen üretimi 5,9 TWh artırarak ulusal rüzgar büyümesinin %39'unu oluşturmuştur.

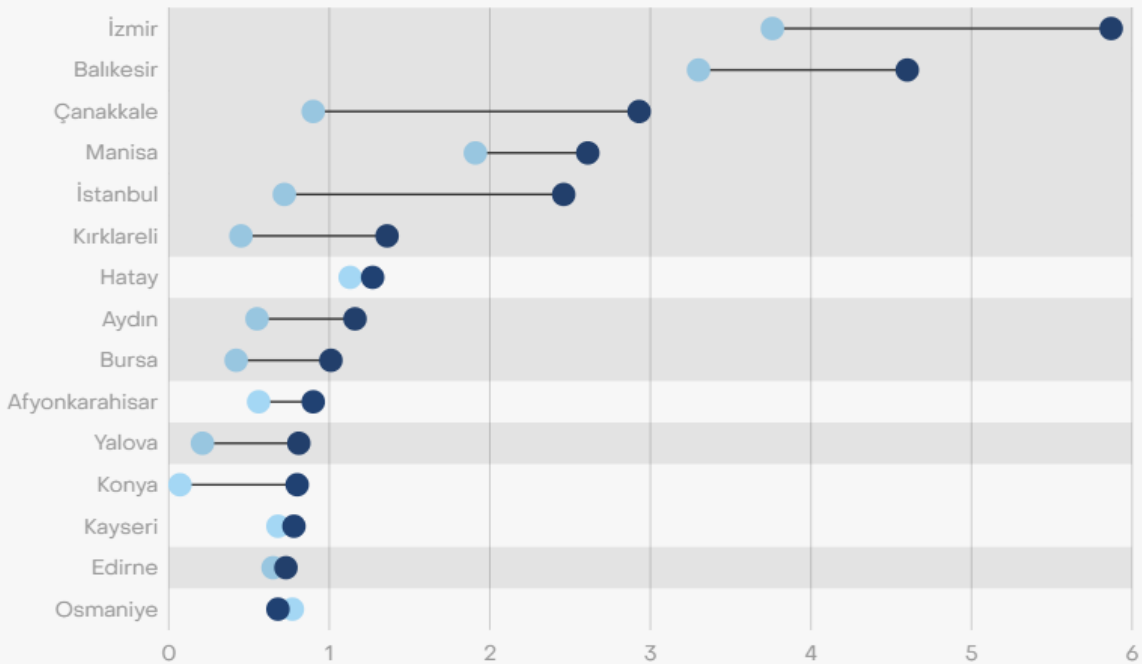
İzmir, 2018'de 3,8 TWh olan yıllık rüzgar enerjisi üretiminin 2022'de 5,9 TWh'ye yükselmesiyle (+%56) rüzgardan elektrik üretiminde en büyük artışı kaydetmiştir.

Rüzgarda batı illeri başı çekiyor

Rüzgardan en fazla elektrik üreten 15 il

Batı illeri gri şeritlerle gösterilmiştir

● 2018 ● 2022



Kaynak: EPIAŞ, EPDK, Ember hesaplamaları

Temmuz 2022, [rüzgar kapasite faktörünün %51'e ulaşarak](#) son beş yılın en yüksek seviyesine çıktığı bir dönem olmuştur. Ay boyunca İzmir'de ilin beş yılın aylık ortalamasının neredeyse iki katı olan 800 GWh'lik rüzgar enerjisi üretimi gerçekleşmiştir. Temmuz 2022, rüzgardan üretilen 4,18 TWh'lik elektrik ile ulusal çapta da rekor bir ay olmuştur.

İzmir'in rüzgardaki gelişimini Çanakkale ve İstanbul takip etmiştir. Çanakkale, Türkiye'nin en çok elektrik üreten ili olmasına rağmen üretiminin büyük bir kısmını kömürden elde etmektedir. Çanakkale'nin rüzgardan elektrik üretimi 2018'den 2022'ye %226 oranında (2 TWh) artmıştır.

İstanbul'un kaydettiği ilerleme, rüzgar üretiminde üstel büyüme kaydeden tek il olması bakımından da dikkat çekicidir. İstanbul'da rüzgardan elektrik üretimi 2018'de 0,7 TWh'den 2022'de 2,5 TWh'ye (+%242) yükselerek ilk beş arasında yüzde olarak en çok artış gösteren il olmuştur.

Konya da İzmir gibi hem rüzgar hem de güneş enerjisinde üst sıralarda yer almaktadır. Konya'nın güneş enerjisi üretimi mutlak anlamda en fazla artan il olmasına rağmen, güneşin ildeki yenilenebilir elektrik üretimindeki payı 2018'den bu yana azalmıştır. Daha yakından incelendiğinde Konya'daki toplam yenilenebilir üretim içinde rüzgarın payının 2018'de %7'den 2022'de %19'a yükseldiği görülmektedir. Mutlak değer olarak, Konya'da rüzgardan elektrik üretimi on kattan fazla artarak 2018'de 74 GWh'ten 2022'de 804 GWh'e yükselmiştir.

İhale edilen rüzgar kapasiteleri yıllardır inşa edilebilmiş değil

Türkiye, rüzgar enerjisini teşvik etmek için esas olarak kapasite ihaleleri ve tarife garantilerini kullanmıştır. Güneş enerjisindeki durumun aksine, 2018-2022 yılları arasında rüzgardan elektrik üretiminin %99'undan fazlası lisanslı santrallerden sağlanmıştır. 2017'den beri YEKA ihaleleri de rüzgar santrali kurulumunu desteklemeye başlamıştır.

2017 yılından bu yana toplam 2,9 GW'lık bir rüzgar enerjisi kapasitesi için [üç YEKA ihalesi gerçekleştirilmiştir](#). İhaleler çeşitli illeri kapsamakla birlikte, tahsis edilen kapasitenin %60'ı yüksek rüzgar potansiyeline sahip Edirne, Kırklareli, Çanakkale, Balıkesir, Aydın ve Muğla illerine gitmiştir.

İlk rüzgar YEKA ihalesinde, Türkiye'nin kuzeybatısındaki Trakya bölgesindeki ve Orta Anadolu'daki ikişer ile 1 GW kapasite tahsis edilmiştir. 2019'daki ikinci ihalede, batıdaki yüksek rüzgar potansiyeline sahip kıyı illeri olan Aydın, Muğla, Balıkesir ve Çanakkale'ye

250'şer MW tahsis edilmiştir. 2022'deki üçüncü YEKA ihalesinde ise yirmiden fazla Anadolu iline toplam 850 MW'lık daha küçük kapasiteler tahsis edilmiştir.

Şu ana kadar ihalesi yapılan rüzgar YEKA projelerinin hiçbiri tamamlanmamıştır. 2017'de ihalesi düzenlenen ilk rüzgar YEKA'sının inşaatına [2023'te başlanması bekleniyor](#). Santral kurulumundaki uzun gecikmeler, YEKA modelinin güncellenmesi gerektiğine işaret ediyor.

Türkiye'nin daha iddialı rüzgar hedeflerine ihtiyacı var

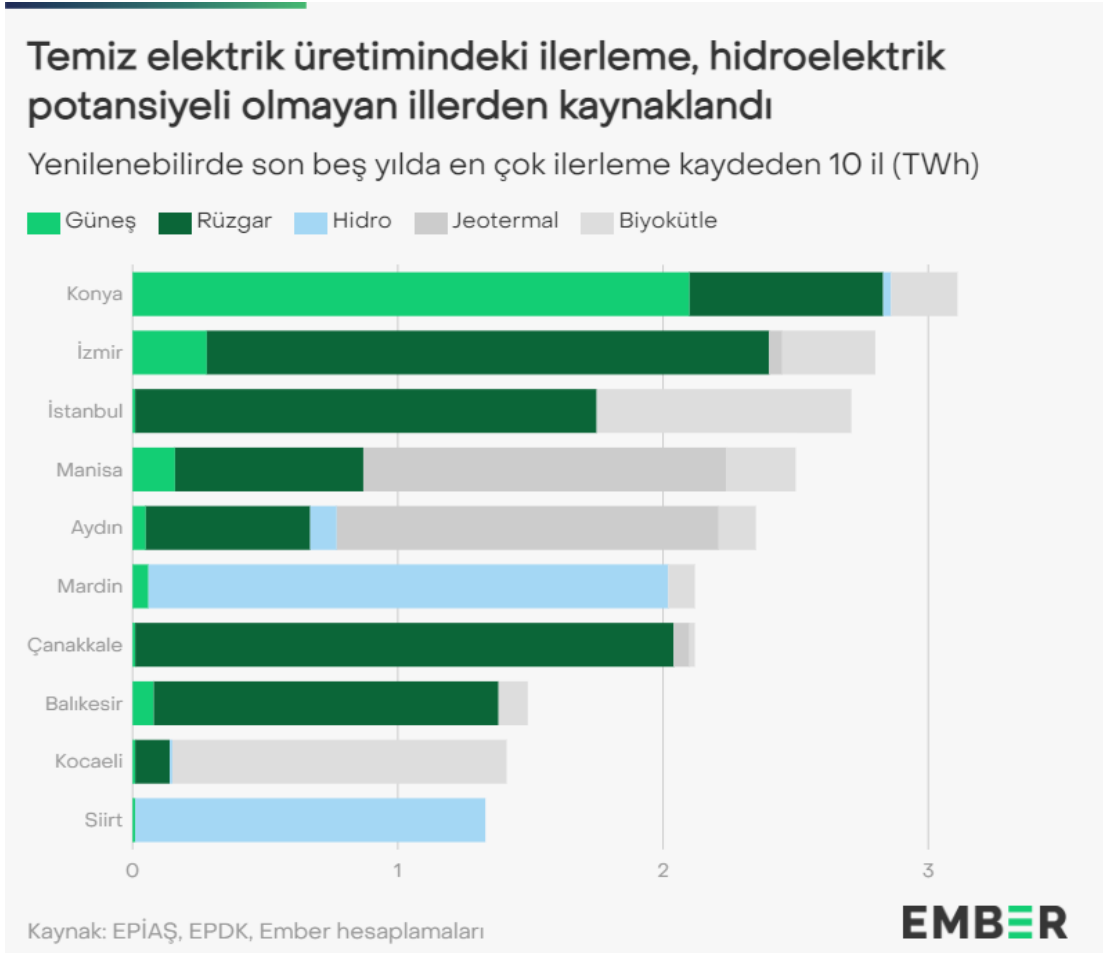
Rüzgar, güneş enerjisinden [daha düşük bir potansiyele sahip olmasına rağmen](#) Türkiye'nin en büyük kapasiteli yenilenebilir elektrik kaynaklarından biridir. Ülke, 2022 yılında toplam elektrik üretiminin [%11'ine karşılık gelen](#) 35 TWh rüzgar enerjisi üretmiştir.

Ulusal Enerji Planı, 2022 yılı sonunda 11 GW olan rüzgar kapasitesinin 2030 yılına kadar 18 GW'a çıkarılmasını hedeflemektedir. [Ember analizinin](#), elektrik üretimi için fosil yakıt ithalatını yarıya indirmek için 2030 yılına kadar en az 30 GW rüzgar kapasitesine ihtiyaç olduğunu gösterdiği göz önüne alındığında, bu yeterince iddialı bir hedef değildir.

Yenilenebilirdeki ilerleme

Hidro harici yenilenebilirler kuraklığın etkisini hafifletti, şimdi liderliği ele almaları gerekiyor

Çeşitli yenilenebilir enerji kaynaklarına ev sahipliği yapan Türkiye, bu kaynakların hepsinde ilerleme kaydetti. Temiz elektrik üretiminde istikrarlı bir büyüme sağlanması için hidro harici yenilenebilir enerji kaynaklarından üretim hızlanmalı.



Üç il neredeyse tüm jeotermal üretime ev sahipliği yapıyor

Türkiye 1,7 GWh kapasite ile jeotermal kapasite bakımından [dünyada dördüncü, Avrupa'da ise birinci sırada yer almaktadır](#). 2022 yılında Türkiye'nin elektriğinin %3'ü (10 TWh) üretmiştir jeotermal kaynaklardan sağlanmıştır.

Jeotermal üretim Türkiye'nin batısında yoğunlaşmıştır. Sadece altı ilde jeotermal kapasite bulunmaktadır. Bu illerden Aydın, Manisa ve Denizli, 2022 yılında ulusal jeotermal elektrik üretiminin %98'ini gerçekleştirmiştir. Aydın, 7,5 TWh'lik yenilenebilir elektrik üretiminin %75'ini jeotermalden üreterek 2022 yılında toplam yenilenebilir elektrik üretimi sıralamasında birinci olmuştur.

Altı il Türkiye'nin biyokütle elektriğinin neredeyse yarısını üretti

Türkiye'nin dokuz ili hariç tüm illerinde biyokütle enerji kapasitesi bulunmaktadır. Türkiye, 2022 yılında bu kaynaktan 8,9 TWh yani toplam üretiminin %2,7'si kadarını üretmiştir. İstanbul, elektriğinin %14'ünü biyokütleden elde ederek (1,3 TWh) en büyük biyokütle elektriği üreticisi olmuştur. İstanbul'u Kocaeli (1,3 TWh), Ankara (0,5 TWh), İzmir (0,4 TWh), Balıkesir (0,4 TWh) ve Afyonkarahisar (0,4 TWh) takip etmiştir. Altı ilin tamamı birlikte 4,3 TWh biyokütle elektriği üreterek ulusal toplamın %48'ini oluşturmuştur.

Konya, İzmir ve İstanbul Türkiye'nin yenilenebilir enerji öncüleri oldu

Konya, İzmir ve İstanbul, 2018'den bu yana yenilenebilir elektrik üretimindeki ulusal artışın %23'ünü sağlamıştır. Bu dönemde İzmir'deki rüzgar enerjisi üretim artışı ile Konya'daki güneş enerjisi üretim artışı 2,1 TWh ile neredeyse eşit olarak gerçekleşmiştir.

Ancak bu iki ildeki yenilenebilir enerji büyümesi tek bir kaynakla sınırlı kalmamıştır. İzmir, Türkiye'nin rüzgar lideri olmasının yanı sıra güneş enerjisinde de lider illerden biri olmuştur. Konya da benzer şekilde rüzgar üretiminde en yüksek altıncı artışa sahip olurken, güneş enerjisi üretiminde en üst sırada yer almıştır. İstanbul'un yenilenebilir enerji büyümesi ağırlıklı olarak rüzgardan ve biyokütle üretimindeki hızlı artıştan kaynaklanmıştır. Sonuç olarak Türkiye'nin en kalabalık ili yenilenebilir enerji üretiminde en çok ilerleme kaydeden ilk üç ilden biri olmuştur.

Yenilenebilir kaynaklardan en fazla üretim yapan ilk on il, 2022 yılında yenilenebilir elektrik üretiminin 57 TWh'ini (%42) sağladı. Aydın, olağanüstü jeotermal enerji üretimi ile ilk sırada

yer aldı. Elazığ, Artvin, Şanlıurfa, Adana ve Diyarbakır'ın bu listede yer alması, sıralamanın yarısının hala hidroelektrikte öncü illerden oluştuğunu gösteriyor.

Hidroelektrik harici yenilenebilir enerji kaynakları kuraklığın etkisini azalttı

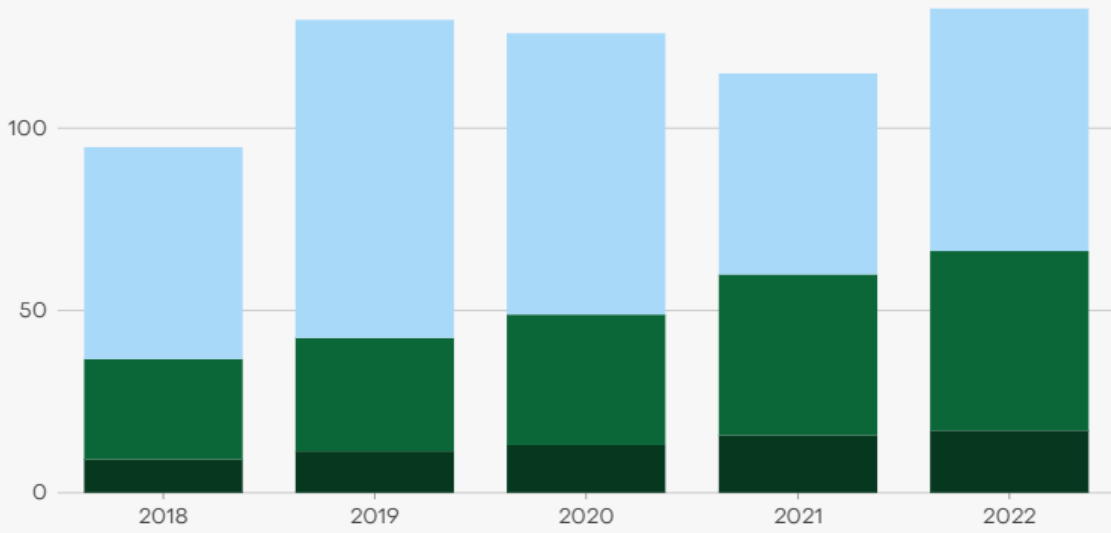
Son beş yılda yaşanan kuraklıklar ve bunların etkileri, Türkiye'nin istikrarlı bir şekilde büyüyen temiz elektrik üretimi yoluna girmesini desteklemek için rüzgar ve güneş enerjisi kapasitesinin hızlandırılmış bir şekilde devreye sokulması gerektiğini göstermiştir. Kuraklıklar sürekli olarak Türkiye'nin temiz elektrik üretiminde net bir düşüşe neden olmuş, fosil elektrik üretiminde bir artış gerektirmiş ve ülkenin elektrik dönüşümünü engellemiştir. Bu durum en son 2020 ve 2021 yıllarında yaşanmıştır.

2023 yılı itibarıyla hidroelektrik, [32 GW kapasite ile](#) Türkiye'nin ana yenilenebilir enerji kaynağı olmaya devam etmektedir. Son iki yılda diğer yenilenebilir enerji kaynakları üretim açısından hidroelektriği geçmiş olsa da, bunun başlıca nedeni 2021'de hidroelektrik üretimindeki düşüştür.

Hidroelektrik harici yenilenebilirler kuraklığın etkisini hafifletti

Elektrik üretimi (TWh)

Diğer Yenilenebilirler Rüzgar ve Güneş Hidro



Kaynak: EPIAŞ, EPDK, Ember hesaplamaları

EMBER

Türkiye, hidroelektrik üretiminin kuraklık öncesi seviyelere ulaşamamasına rağmen 2022 yılında yenilenebilir kaynaklardan rekor miktarda elektrik üretmiştir.

Rüzgar ve güneş enerjisi, düşük hidroelektrik üretiminin toplam yenilenebilir elektrik üretimi üzerindeki etkisini azaltma açısından önemli rol oynamıştır. Türkiye, hidroelektrik üretimindeki kuraklıktan doğan riskleri azaltmak, yenilenebilir elektrik hedeflerine ulaşmak ve enerji güvenliğini sağlamak için rüzgar ve güneş enerjisi kurulumlarını hızlandırmalıdır.

Ekler

Veriler

Türkiye'nin 2018-2022 lisanslı santral üretim verileri için [EPIAŞ Şeffaflık](#) API'nin "real-time-generation" web servisi kullanılmıştır. Bu veriler daha sonra 'fuzzy matching' kullanılarak EPDK'dan alınan [elektrik piyasası üretim lisansı](#) verileriyle birleştirilip elle kontrol edilmiştir.

Lisanssız üretim verileri için EPDK'nın [aylık elektrik üretim raporları](#) kullanılmıştır.

Güneş enerjisi potansiyeli haritası için güneş ışınımı istatistikleri [Solargis](#) verilerine dayanmaktadır. İl ortalamaları Ember tarafından bir Python scriptiyle hesaplanmıştır.

Lisanssız proje başvuru verileri, [elektrik dağıtım şirketlerinin web sitelerinden](#) alınmıştır. Aydın Denizli ve Muğla'yı kapsayan ADM Elektrik Dağıtım A.Ş. eksik veri nedeniyle hesaplamalara dahil edilmemistir. Konya, Aksaray, Niğde, Kırşehir, Nevşehir ve Karaman'ı kapsayan Meram Elektrik Dağıtım A.Ş. için 2021 yılının Ocak, Mart, Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarına ilişkin veri bildirilmediği için kısmi veriler kullanılmıştır.

Teşekkür

Teşekkürler

Ufuk Alparıslan, Sarah Brown, Alison Candlin ve Claire Kaelin'den aldığımız değerli geri bildirimler için teşekkür ederiz. Analizimizi gerçekleştirmek için gerekli verileri sağlayan Matt Ewen'a ve veri görselleştirme konusundaki değerli katkıları için Chelsea Bruce-Lockhart'a teşekkür ederiz.

Görsel telif bilgisi

[İhsan Gercelman / Alamy Stock Photo](#)

© Ember, 2023

Creative Commons ShareAlike Attribution Lisansı (CC BY-SA 4.0) altında yayınlanmıştır. Raporu paylaşmanız ve uyarlamanız aktif olarak teşvik edilmektedir, ancak yazarlara ve başlığa atıfta bulunmanız ve aynı lisans altında oluşturduğunuz herhangi bir materyali paylaşmanız gerekir.