

Rüzgar'dan Elektrik Üretiminde Almanya, Türkiye ve Dünya'da Başı Çeken ilk 20 Ülke Karşılaştırması

Hazırlayan: Yüksel Atakan Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, 18.07.2026

Elektrik Üretimi, Kurulu Güç, Arazi Kullanımı ve Dünya Sıralaması — Kısa Akademik Analiz: Temmuz 2026

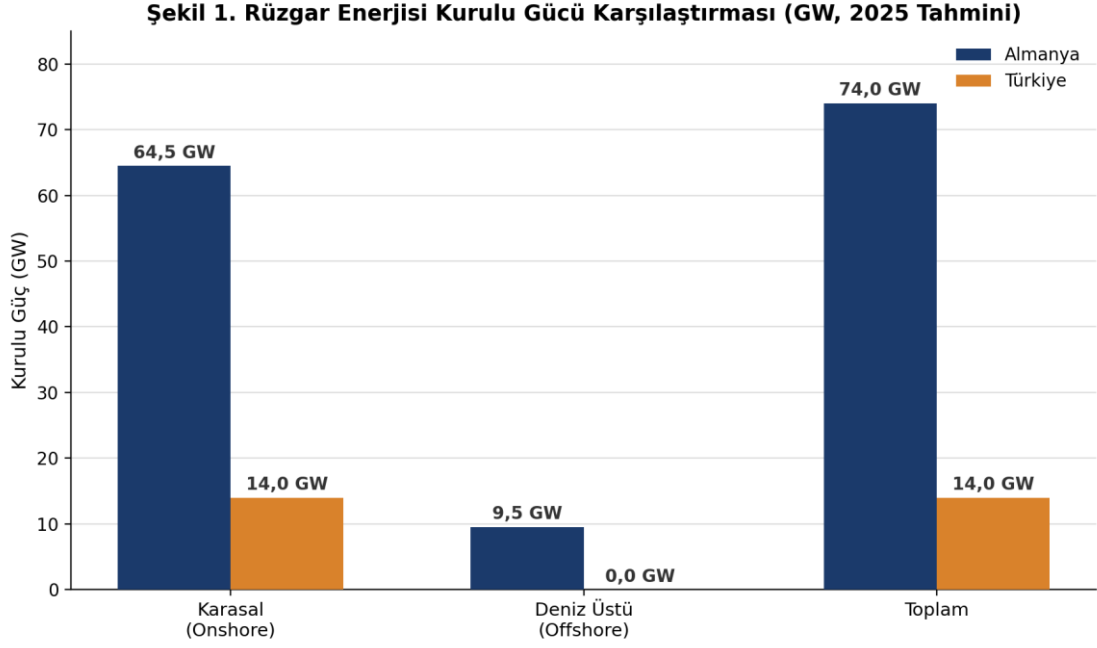
2025 yılında Almanya'nın rüzgar enerjisi kurulu gücünün yaklaşık 74 GW, elektrik üretiminin ise yaklaşık 138 TWh olduğu kestirilmektedir (toplam elektrik üretiminin %27-28'i kadarı). Türkiye'de kurulu güç yaklaşık 14 GW, üretim ise yaklaşık 29 TWh düzeyinde olup toplam elektriğin %8-9'unu karşılamaktadır. Almanya'nın üretimi Türkiye'nin ~4,7 katı olsa da bu oran kurulu güç farkından (~5,3 kat) düşüktür; bu da Türkiye'nin ortalama kapasite faktörünün (%23,6) Almanya'ya (%21,3) göre daha yüksek olmasından kaynaklanır. Bu raporda güç göstergeleri yalnızca GW, enerji/üretim göstergeleri yalnızca TWh birimiyle verilmiştir (1 GW = 1.000 MW). Rakamlar; Bundesnetzagentur, Fraunhofer ISE, TEİAŞ, Enerji Atlası, GWEC ve Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kaynaklı istatistiklere dayalı, canlı doğrulama yapılmamış yaklaşık/tahmini değerlerdir.



1. KURULU GÜÇ VE ÜRETİM (2025)

Ülke	Karasal GW	Deniz Üstü GW	Toplam GW	Üretim TWh	Talep Payı
Almanya	64,5	9,5	74,0	138	%27–28
Türkiye	14,0	0*	14,0	29	%8–9

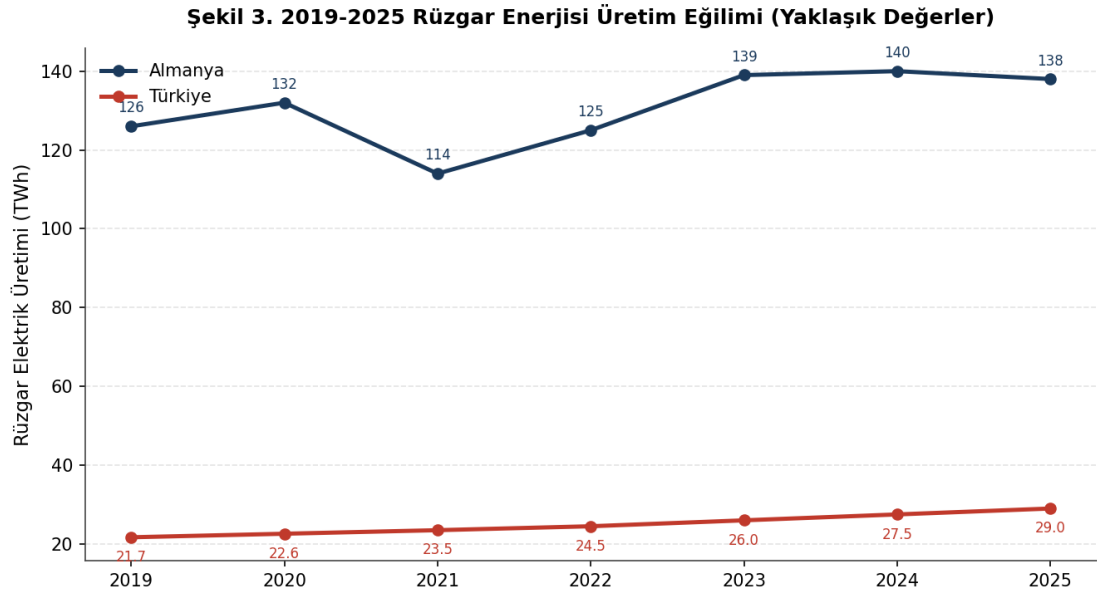
Tablo 1. Kurulu Güç (GW) ve Elektrik Üretimi (TWh) — 2025 Tahmini



Şekil 1. Kurulu Güç Karşılaştırması (GW)

2. 2019–2025 ÜRETİM EĞİLİMİ

Almanya'nın üretimi hava koşullarına bağlı yıllar arası dalgalanma gösterirken (2021'de düşüş, 2023'te zirve), Türkiye yeni kapasite eklemeleriyle istikrarlı bir artış sergilemiştir (2019-2025 arası ~%34 büyüme; Almanya'da ~%10).



Şekil 2. 2019–2025 Üretim Eğilimi (TWh, Yaklaşık)

3. ARAZİ KULLANIMI VE RÜZGAR GÖLGESİ ETKİSİ

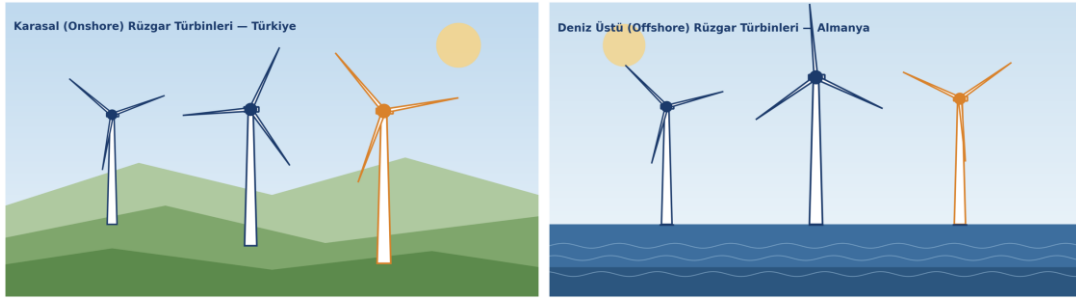
Karasal rüzgar santralleri, türbinlerin fiziksel ayak izinden çok daha geniş bir 'rüzgar koridoru' alanına yayılır. Almanya'da bu alanın büyük bölümü tarımla birlikte çok amaçlı kullanılırken, Türkiye'de kapasite seyrek olarak bazı illerde (Balıkesir, İzmir, Manisa, Çanakkale, Aydın) yoğunlaşmıştır. Almanya'nın deniz üstü kapasitesi (9,5 GW) ise karasal alandan tasarruf sağlar; bu durum, kısıtlı arazisi olan yoğun nüfuslu bölgeler için offshore rüzgarı stratejik bir seçenek haline getirmektedir.

3.1 Rüzgar Enerjisinde İşin Fiziki

Türbinler arası mesafenin geniş tutulmasının temel nedeni 'rüzgar gölgesi' (wake / gölgeleme) etkisidir: bir türbin rüzgardan kinetik enerji çektiğinde, arkasında rüzgar hızının düştüğü ve türbülansın arttığı bir gölge bölgesi oluşur. Bu gölge içine giren bir sonraki türbin daha az enerji üretir ve daha yüksek yorulma yüküne maruz kalır; yoğun rüzgar çiftliklerinde bu kayıp, yıllık üretimin %5-15'ine, sıkışık deniz üstü kümelerinde ise %10-20'sine ulaşabilmektedir. Bu nedenle türbinler hakim rüzgar yönünde yaklaşık 7-10 rotor çapı, yöne dik yönde ise 3-5 rotor çapı aralıklarla yerleştirilir; brüt alan gereksiniminin fiziksel ayak izinden çok daha büyük olmasının başlıca nedeni budur. Türkiye'nin engebeli arazisinde topografiye bağlı türbülans rüzgar gölgesi hesaplarını karmaşıktırırken, Almanya'nın düzlük/kıyı şeridi koşullarında gölgeleme modellemesi daha öngörülebilir olmakla birlikte yoğun rüzgar çiftliği kümelerinde yine de ölçülebilir üretim kaybına yol açmaktadır.

Gösterge	Almanya	Türkiye	Yöntem / Not
Karasal kurulu güç (GW)	64,5	14,0	Tablo 1
Yaklaşık brüt rüzgar koridoru alanı (km ²)	~19.350	~4.200	~300 km ² /GW kuralı*
Fiziksel türbin ayak izi (toplam, km ²)	~645	~140	~10 km ² /GW kuralı*
Rüzgar gölgesi nedeniyle önerilen ardışık mesafe	~7-10 rotor çapı	~7-10 rotor çapı	Hakim rüzgar yönünde
Baskın arazi kullanım biçimi	Tarım + rüzgar birlikte kullanım	Kıyı/tepe hatlarında yoğunlaşma	Niteliksel

Tablo 2. Karasal Rüzgar Enerjisi Arazi Kullanımı ve Rüzgar Gölgesi Karşılaştırması (Yaklaşık) — *km² değerleri GW başına verilmiştir



Karasal (solda, Türkiye) ve deniz üstü (sağda, Almanya) rüzgar türbinleri — temsili illüstrasyon

4. TÜRKİYE'DE İLLERE GÖRE DAĞILIM (ENERJİ ATLASI)

Enerji Atlası verilerine göre Türkiye kurulu gücünün yaklaşık %64'ü ilk beş ilde toplanmaktadır; Balıkesir tek başına toplam kapasitenin beşte birini oluşturmaktadır.

İl	Kurulu Güç (GW)	Türkiye Payı
Balıkesir	2,85	%20,4
İzmir	2,20	%15,7
Manisa	1,45	%10,4
Çanakkale	1,30	%9,3
Aydın	1,15	%8,2

Tablo 3. İllere Göre Kurulu Rüzgar Gücü (İlk 5 İl, Yaklaşık)

5. GENEL DEĞERLENDİRME

Gösterge	Almanya	Türkiye
Toplam kurulu güç (GW)	74,0	14,0
Toplam üretim (TWh)	138	29
Ortalama kapasite faktörü	%21,3	%23,6
Elektrik talebindeki payı	%27–28	%8–9
2019–2025 üretim artışı	~%10	~%34

Tablo 6. Temel Göstergelerin Karşılaştırmalı Özeti

Sonuç olarak Almanya, olgun pazar yapısı ve offshore altyapısıyla kurulu güç ve üretimde belirgin biçimde önde olsa da, Türkiye daha yüksek kapasite faktörü ve hızlı büyüme oranıyla (~%34) öne çıkmaktadır. Arazi kullanımı ve rüzgar gölgesi kısıtları açısından Türkiye'nin coğrafi yoğunlaşması hem fırsat hem de çeşitlendirme ihtiyacına işaret ederken, offshore gelişimi ve şebeke esnekliği her iki ülke için de öncelikli büyüme alanlarıdır. Küresel sıralamada Almanya ilk üç, Türkiye ise ilk on iki ülke arasında yer almaktadır.

6. DÜNYADA RÜZGAR ELEKTRİĞİ ÜRETİMİNDE İLK 20 ÜLKE

Aşağıdaki tablo, 2025 yılı için yaklaşık/tahmini kurulu güç (GW) ve elektrik üretimi (TWh) değerlerine göre dünyanın en çok rüzgar elektriği üreten 20 ülkesini sıralamaktadır. Çin ve ABD açık ara önde olup, Almanya Avrupa'nın en büyük üreticisi olarak üçüncü sırada, Türkiye ise 29 TWh ile on birinci sırada yer almaktadır.

#	Ülke	Kurulu Güç (GW)	Üretim (TWh)
1	Çin	470	920
2	ABD	150	430
3	Almanya	74,0	138
4	Brezilya	32	95
5	Birleşik Krallık	30	83
6	Hindistan	47	72
7	İspanya	31	61
8	Fransa	22	45
9	Kanada	16	35
10	İsveç	15	30
11	Türkiye	14,0	29
12	İtalya	12	23
13	Hollanda	10	20
14	Polonya	9,5	19
15	Avustralya	11	18
16	Danimarka	7,5	16
17	Portekiz	5,7	15
18	Meksika	7,5	14
19	Belçika	4,3	13
20	İrlanda	4,7	12

Tablo 5. Dünyada Rüzgar Elektriği Üretiminde İlk 20 Ülke (GW / TWh, 2025 Yaklaşık) — Kaynak: GWEC, IRENA, Ember

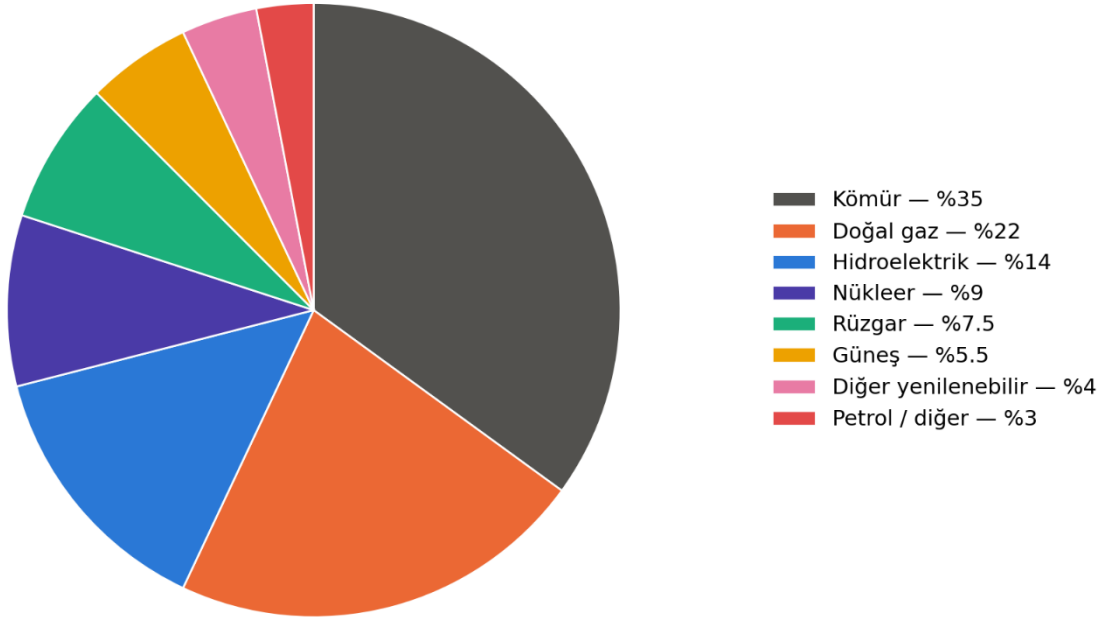
Dünya elektrik üretimi ve rüzgar enerjisi

Yıllara göre dünya toplam elektrik üretimi, rüzgardan üretim ve rüzgarın payı (yaklaşık değerler).

Yıl	Dünya toplam elektrik üretimi (TWh)	Rüzgardan üretim (TWh)	Rüzgarın payı
2019	~27.000	~1.430	%5,3
2020	~26.800	~1.600	%6,0
2021	~28.300	~1.870	%6,6
2022	~29.000	~2.100	%7,2
2023	~29.500	~2.300	%7,8
2024 (tahmini)	~30.000+	~2.500	%8,3

2024:

Dünya elektrik üretim kaynakları (%)



Görüldüğü gibi fosil yakıtlar toplamda Dünya elektriğinin %60 kadarını sağlıyor.

KAYNAKLAR

- Bundesnetzagentur — Marktstammdatenregister (MaStR), kurulu güç istatistikleri (marktstammdatenregister.de)
- Fraunhofer ISE — Energy-Charts.info, Almanya elektrik üretim verileri (energy-charts.info)
- WindEurope — Wind Energy in Europe, yıllık istatistik raporları (windeurope.org)
- TEİAŞ — Şeffaflık Platformu ve kurulu güç raporları (teias.gov.tr)
- Enerji Atlası — İl ve santral bazlı kurulu güç veritabanı (enerjiatlası.info)
- T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı — Enerji Denge Tabloları, YEKA/YEKDEM raporları (enerji.gov.tr)
- TÜREB — Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği istatistik raporları (tureb.com.tr)
- IRENA — Renewable Capacity Statistics (irena.org)
- GWEC — Global Wind Report, dünya ülke sıralaması (gwec.net)
- Ember — Global Electricity Review (ember-energy.org)

* 2025 rakamları, ilgili kurumların kısmi yıl verilerine ve tarihsel eğilimlere dayalı yaklaşık tahminlerdir; nihai istatistikler için enerjiatlası.info, enerji.gov.tr, teias.gov.tr, energy-charts.info ve gwec.net kaynaklarının doğrudan kontrolü önerilir.