

Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi

Almanya, Türkiye ve ilk 20 Ülke Karşılaştırması

Hazırlayan: Yüksel Atakan Dr.Radyasyon Fizikçisi, ybatakan4@gmail.com, 19.07.2026

1. Almanya, Türkiye ve Dünya’da Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimindeki Durum

Almanya, Avrupa Birliği içinde kurulu güneş enerjisi (fotovoltaik, PV) kapasitesi bakımından en büyük ülke konumundadır. Bu analiz, ülkedeki güneş enerjisi kurulumlarını iki ana kategoride ele almaktadır:

- arazi tipi güneş enerjisi santralleri (Almanca: Freiflächenanlagen; İngilizce: utility-scale solar farms) ve
- bina çatı üstü kurulumlar (Aufdachanlagen).

Bu analiz, bu iki kategori için tahmini kaplanan alanı (m^2), kurulu gücü (MW/GW) ve 2025 yılına ait elektrik üretim miktarını (TWh) sunmakta; ayrıca Türkiye ile karşılaştırmalı bir analiz ve dünya genelinde kurulu güç (GW) ile elektrik üretimi (TWh) bakımından ilk 20 ülkeyi listeleyen yeni bir bölüm içermektedir.



www.shutterstock.com - 2732893243



2.

Almanya: Kurulu Güç Kapasitesi (GW: GigaWatt)

2024 yıl sonu itibarıyla bilinen güncel doğrulanmış veriler ve 2025 için büyüme eğilimine dayalı tahminler aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Kategori	2024 sonu kurulu güç (yaklaşık)	2025 sonu tahmini kurulu güç
Çatı üstü (Aufdach — konut/ticari/sanayi)	~63–66 GW	~72–78 GW
Arazi tipi çiftlikler (Freiflächen)	~28–32 GW	~35–42 GW
Diğer (balkon santralleri vb. küçük ölçekli)	~1–2 GW	~2–3 GW
TOPLAM	~99–100 GW	~115–125 GW
Görüldüğü gibi Almanya’da çatı üstü Güneş kurulu gücü, Güneş çiftliklerinin iki katı katından fazladır		

Not: Almanya toplam kurulu PV gücü 2025’in ilk yarısında 100 GW eşliğini aşmıştır. Yıllık yeni kurulum hızı 2023–2024 arasında ~14–17 GW/yıl düzeyindedir; 2025 rakamları bu eğilimin devamı varsayımıyla hesaplanmıştır.

2. Tahmini Kaplanan Alan (m^2) — Almanya

2.1 Panel Yüzey Alanı (Modül Alanı)

Modern güneş panellerinin ortalama güç yoğunluğu $\sim 180\text{--}220 \text{ Wp/m}^2$ (= Watt peak/ metrekaare) civarındadır. Bu katsayı kullanılarak, kurulu güçten yalnızca panel yüzeyi (montaj alanı hariç) hesaplanabilir:

Kategori	Kurulu güç (2024/2025 aralığı)	Tahmini panel yüzey alanı
Çatı üstü sistemler	$\sim 63\text{--}78 \text{ GW}$	$\sim 320\text{--}390 \text{ milyon m}^2$ (32–39 km ²)
Arazi tipi çiftlikler	$\sim 28\text{--}42 \text{ GW}$	$\sim 140\text{--}210 \text{ milyon m}^2$ (14–21 km ²)

2.2 Toplam Arazi Kullanımı (Yalnızca Arazi Tipi Çiftlikler İçin)

Arazi tipi güneş çiftliklerinde paneller arasındaki sıra aralıkları, erişim yolları, ekipman alanları ve ekolojik tampon bölgeler nedeniyle gerçek arazi kullanımı, panel yüzey alanının çok üzerindedir. Sektörde yaygın kullanılan katsayı $\sim 1,2\text{--}2,0$ hektar/MWp (12.000–20.000 m²/MWp) civarındadır:

Kurulu güç (Freiflächen)	Katsayı (ha/MWp)	Tahmini toplam arazi kullanımı
$\sim 28\text{--}32 \text{ GW}$ (2024 sonu)	1,2–2,0	$\sim 336\text{--}640 \text{ km}^2$ ($\sim 34.000\text{--}64.000$ hektar)
$\sim 35\text{--}42 \text{ GW}$ (2025 tahmini)	1,2–2,0	$\sim 420\text{--}840 \text{ km}^2$ ($\sim 42.000\text{--}84.000$ hektar)

Karşılaştırma için: bu alan büyüklüğü, Berlin şehrinin yüzölçümünün ($\sim 891 \text{ km}^2$) yaklaşık yarısı ile tamamına denk gelmektedir.

3. 2025 Yılı Elektrik Üretimi (TWh: TeraWattSaat) — Almanya

2024 yılında Almanya'da güneş enerjisinden üretilen elektrik miktarı **yaklaşık 72 TWh olup**, bu rakam **toplam brüt elektrik üretiminin yaklaşık %13–14'üne karşılık gelmiştir**. Kurulu kapasitedeki büyüme ve 2025'te görece güneşli hava koşulları varsayımıyla:

Yıl	Güneş enerjisi üretimi (TWh)	Toplam elektrik üretimindeki pay
2023 (bilinen)	$\sim 59\text{--}61 \text{ TWh}$	$\sim \%11\text{--}12$
2024 (bilinen)	$\sim 71\text{--}72 \text{ TWh}$	$\sim \%13\text{--}14$
2025 (tahmini)	$\sim 78\text{--}86 \text{ TWh}$	$\sim \%14\text{--}16$

Bu üretim rakamları, çatı üstü ve arazi tipi tesislerin toplamını yansıtmaktadır; iki kategori arasındaki üretim payı yaklaşık olarak kurulu güç oranlarıyla (çatı üstü $\sim \%65\text{--}68$, arazi tipi $\sim \%30\text{--}33$) orantılı kabul edilebilir; ancak arazi tipi çiftlikler genellikle daha optimum açı/yönlendirme ve daha az gölgelenme nedeniyle hafifçe daha yüksek kapasite faktörüne sahiptir.

4. Özet Tablo — Almanya

Gösterge	Çatı üstü sistemler	Arazi tipi çiftlikler (Freiflächen)
Kurulu güç (2025 sonu, tahmini)	$\sim 72\text{--}78 \text{ GW}$	$\sim 35\text{--}42 \text{ GW}$
Panel yüzey alanı (tahmini)	$\sim 320\text{--}390 \text{ milyon m}^2$	$\sim 140\text{--}210 \text{ milyon m}^2$

Gösterge	Çatı üstü sistemler	Arazi tipi çiftlikler (Freiflächen)
Toplam arazi kullanımı (tahmini)	N/A (mevcut çatılar üzerinde)	~420–840 km ²
2025 üretim payı (tahmini)	~50–58 TWh	~24–30 TWh

5. Türkiye ile Karşılaştırma

Türkiye'de güneş enerjisi santralleri iki lisans kategorisinde izlenmektedir: 'lisanslı' tesisler (büyük ölçekli, EPDK lisansına tabi, çoğunlukla arazi tipi güneş çiftlikleri) ve 'lisanssız' tesisler (küçük ölçekli, kendi ihtiyacını karşılamaya yönelik). Almanya'daki 'çatı üstü / arazi tipi' ayrımından farklı olarak, Türkiye'deki lisanssız kapasitenin önemli bir kısmı yalnızca bina çatılarında değil, tarım arazileri üzerine kurulu küçük ölçekli (genellikle <5 MW) santrallerden oluşmaktadır. Bu nedenle 'lisanssız = çatı üstü' eşleştirmesi Türkiye için Almanya'daki kadar kesin değildir; bu analiz bu farkı dikkate alarak yaklaşık bir eşleştirme sunmaktadır.

5.1 Türkiye'de Kurulu Güç Kapasitesi (MW/GW)

Kategori	2024 sonu kurulu güç (yaklaşık)	2025 sonu tahmini kurulu güç
Lisanssız (çoğunlukla küçük çatı üstü + küçük arazi tipi)	~7–8 GW	~9–11 GW
Lisanslı (büyük ölçekli arazi tipi çiftlikler)	~11–12 GW	~13–15 GW
TOPLAM	~18–20 GW	~22–26 GW

Not: Türkiye'nin toplam kurulu güneş kapasitesi, Almanya'nınkinin (~99–125 GW) yaklaşık %18–21'i büyüklüğündedir. Karapınar (Konya) Güneş Enerjisi Santrali (~1,35 GW), tek bir sahada Avrupa'nın en büyük güneş çiftliklerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

5.2 Tahmini Kaplanan Alan (m²) — Türkiye

Aynı güç yoğunluğu katsayıları (panel için ~180–220 Wp/m²; arazi tipi çiftlikler için ~1,2–2,0 hektar/MWp) Türkiye verilerine uygulanmıştır:

Kategori	Kurulu güç (2025 tahmini)	Tahmini panel yüzey alanı	Tahmini toplam arazi kullanımı
Lisanssız (küçük ölçekli)	~9–11 GW	~45–61 milyon m ²	N/A (çoğunlukla mevcut çatı/küçük arazi)
Lisanslı (büyük arazi tipi)	~13–15 GW	~65–83 milyon m ²	~156–300 km ² (~15.600–30.000 hektar)

5.3 2025 Yılı Elektrik Üretimi (TWh) — Türkiye, Tahmini

Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretimi son yıllarda hızla artmıştır. Türkiye'nin coğrafi konumu (özellikle Güneydoğu Anadolu ve Konya havzası) nedeniyle ortalama kapasite faktörü Almanya'ya kıyasla belirgin şekilde daha yüksektir (~%18–22'ye karşın Almanya'da ~%11–12), yani kurulu güç başına daha fazla elektrik üretilmektedir.

Yıl	Güneş enerjisi üretimi (TWh)	Toplam elektrik üretimindeki pay
2023 (bilinen)	~15–16 TWh	~%5
2024 (bilinen)	~20–22 TWh	~%6–7
2025 (tahmini)	~26–30 TWh	~%8–9

6. Karşılaştırmalı Özet Tablo — Almanya vs Türkiye (2025 tahmini)

Gösterge	Almanya	Türkiye
Toplam kurulu güç	~115–125 GW	~22–26 GW
Çatı üstü / lisanssız kapasite	~72–78 GW	~9–11 GW
Arazi tipi / lisanslı kapasite	~35–42 GW	~13–15 GW
Toplam panel yüzey alanı (tahmini)	~460–600 milyon m ²	~110–144 milyon m ²
Arazi tipi çiftliklerin toplam arazi kullanımı	~420–840 km ²	~156–300 km ²
2025 üretim (tahmini)	~78–86 TWh	~26–30 TWh
Ortalama kapasite faktörü (tahmini)	~%11–12	~%18–22

Dikkat çekici nokta: Türkiye'nin toplam kurulu gücü Almanya'nın yaklaşık beşte biri olmasına rağmen, daha yüksek güneşlenme süresi ve ısınım yoğunluğu sayesinde kurulu MW başına ürettiği elektrik (kapasite faktörü) belirgin şekilde daha yüksektir. Bu da Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyelinin, mevcut kurulu kapasiteye kıyasla henüz büyük ölçüde kullanılmadığını göstermektedir.

7. Dünya Geneline Güneş Enerjisinde İlk 20 Ülke (GW ve TWh)

Almanya–Türkiye karşılaştırmasını daha geniş bir küresel bağlama oturtmak amacıyla, bu bölümde dünya genelinde kurulu fotovoltaik güç kapasitesi (GW) ve yıllık güneş enerjisi elektrik üretimi (TWh) bakımından ilk 20 ülke iki ayrı tabloda sunulmaktadır. **2025 sonu itibarıyla küresel kurulu PV kapasitesi yaklaşık 2.383 GW'a, yıllık üretim ise yaklaşık 2.778 TWh düzeyine ulaşmıştır; Çin tek başına küresel kapasitenin yaklaşık %50'sini ve üretimin yaklaşık %42'sini oluşturmaktadır.**

7.1 Kurulu Güç Kapasitesine (GW) Göre İlk 20 Ülke

Sıra	Ülke	Kurulu PV Gücü (yaklaşık)	Referans Yıl / Kaynak
1	Çin	~1.200 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
2	ABD	~210–266 GW	2025 sonu — IRENA / SEIA
3	Hindistan	~135 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
4	Almanya	~106 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
5	Japonya	~92 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
6	Brezilya	~65 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
7	İspanya	~45 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1

Sıra	Ülke	Kurulu PV Gücü (yaklaşık)	Referans Yıl / Kaynak
8	İtalya	~41 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
9	Avustralya	~41–45 GW	2025 sonu — IRENA / Wikipedia
10	Fransa	~31 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
11	Güney Kore	~27 GW	2025 — sektör kaynakları
12	Hollanda	~26 GW	2024/25 — IRENA / Wikipedia
13	Polonya	~25 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
14	Türkiye	~25 GW	2025 — Wikipedia / EPDK
15	Vietnam	~19–21 GW	2024 — Energy Institute 2025
16	Birleşik Krallık	~21–22 GW	2025 — Wikipedia
17	Yunanistan	~11 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
18	Belçika	~10 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
19	Avusturya	~10 GW	2025 sonu — IRENA 2026 H1
20	Şili	~9 GW	2024 — TWh/kapasite faktörü ile tahmin

Kaynaklar: IRENA, Renewable Capacity Statistics 2026 (H1 baskısı, 2025 sonu verileri, 1–14. ve 17–19. sıralar); Energy Institute, Statistical Review of World Energy 2025 (2024 sonu verileri, 15. sıra); ulusal kaynaklar/Wikipedia (Güney Kore, Türkiye, Birleşik Krallık); 20. sıradaki değer TWh/kapasite faktörü ilişkisinden hesaplanmış bir tahmindir. Farklı kaynaklar AC veya DC kapasite analize yabildiğinden ve referans yılları 2024–2025 arasında değişebildiğinden, özellikle 15. sıradan sonraki değerler yaklaşık niteliktedir.

7.2 Elektrik Üretimine (TWh) Göre İlk 20 Ülke

Sıra	Ülke	Güneş Enerjisi Üretimi (yaklaşık)	Referans Yıl / Kaynak
1	Çin	~1.175 TWh	2025 — Ember GER 2026
2	ABD	~389 TWh	2025 — Ember GER 2026
3	Hindistan	~188 TWh	2025 tahmini (2024: 135 TWh) — Ember
4	Japonya	~97 TWh	2024 — Ember GER 2025
5	Brezilya	~92 TWh	2025 tahmini (2024: 75 TWh) — Ember
6	Almanya	~80 TWh	2025 tahmini (2024: 72,4 TWh) — Ember
7	İspanya	~59 TWh	2025 tahmini (2024: 55,5 TWh) — Ember
8	Avustralya	~53 TWh	2024 — Ember GER 2025
9	İtalya	~36 TWh	2024 — Ember GER 2025

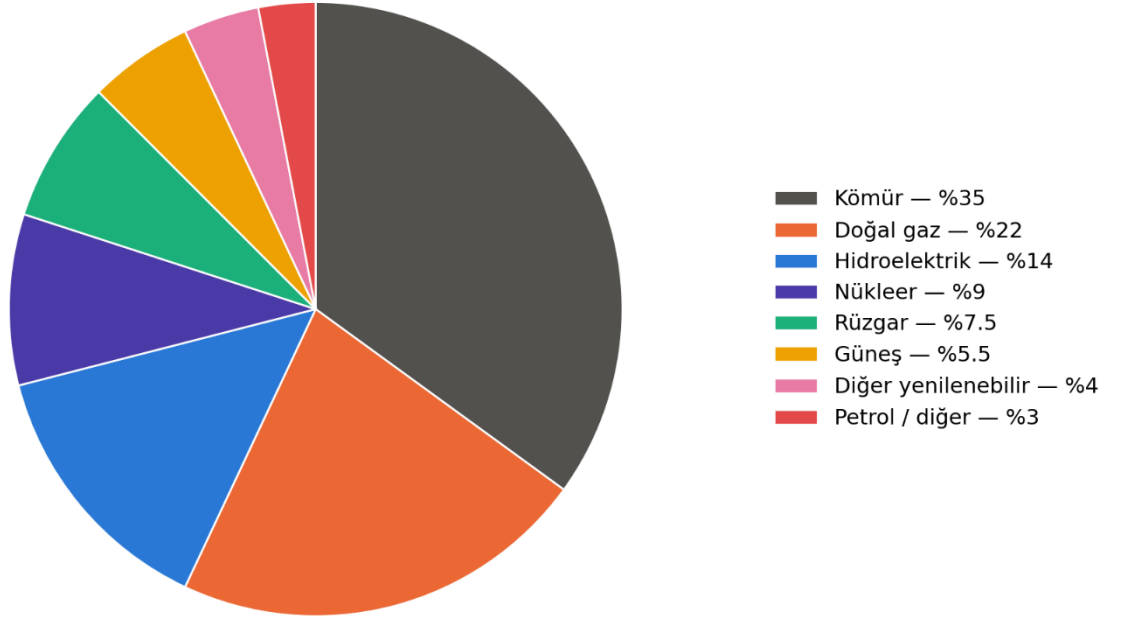
Sıra	Ülke	Güneş Enerjisi Üretimi (yaklaşık)	Referans Yıl / Kaynak
10	Türkiye	~26 TWh	2024 — Wikipedia / EPIAŞ
11	Fransa	~23 TWh	2024 — Ember GER 2025
12	Hollanda	~22 TWh	2024 — Wikipedia
13	Şili	~20 TWh	2024 — Ember GER 2025
14	Güney Afrika	~18 TWh	2024 tahmini — Ember (global top-20, 16. sıra)
15	Pakistan	~18–20 TWh	2025 — hızlı büyüme, Ember
16	Güney Kore	~18 TWh	2025 tahmini — kapasiteden hesaplama
17	B.A.E.	~15 TWh	2024 tahmini — Ember (global top-20, 18. sıra)
18	Polonya	~14 TWh	2024 tahmini — kapasiteden hesaplama
19	Vietnam	~13 TWh	2024 tahmini — kapasiteden hesaplama
20	Mısır	~10 TWh	2024 tahmini — bölgesel kaynaklar

Kaynaklar: Ember, Global Electricity Review 2026 ve Global Electricity Review 2025 (1–13. sıralar, çoğunlukla 2024–2025 verileri); Ember, "Solar BRICS" analizi (Güney Afrika ve B.A.E.'nin küresel ilk 20 içindeki 16. ve 18. sıraları teyit edilmiştir, ancak kesin TWh değerleri bu analizde kapasite verilerinden hesaplanarak tahmin edilmiştir); 16, 18 ve 19. sıralardaki değerler kurulu kapasite ve tipik kapasite faktörlerinden türetilmiş tahminlerdir. Bu nedenle 13. sıradan sonraki değerler görece daha yüksek belirsizlik taşımaktadır ve akademik/resmi kullanım öncesinde birincil kaynaklardan (Ember, IEA, ulusal TSO'lar) doğrulanmalıdır.

7.3 Gözlemler

- Çin, hem kurulu kapasite hem de üretimde açık ara lider konumdadır; ikinci sıradaki ABD'nin kapasitesi Çin'in yaklaşık beşte biri, üretimi ise yaklaşık üçte biri düzeyindedir.
- Almanya (GW sıralamasında 4., TWh sıralamasında 6.) ve İspanya, Avrupa'nın kurulu kapasite bakımından en güçlü iki ülkesi olmaya devam etmektedir; ancak Avrupa'nın toplam payı küresel kapasitenin yaklaşık %17'sinde kalmaktadır.
- Brezilya, son beş yılda 14. sıradan ilk 5'e yükselerek dünyanın en hızlı büyüyen büyük güneş enerjisi pazarlarından biri haline gelmiştir ve 2024'te üretimde Almanya'yı geride bırakmıştır.
- Türkiye, hem GW (~14.) hem de TWh (~10.) sıralamalarında ilk 20 içinde yer almakta; görece yüksek kapasite faktörü sayesinde kurulu güce oranla üretim sıralamasında daha üst sıralara çıkabilmektedir.
- Macaristan, Şili, Hollanda, Pakistan ve Yunanistan gibi ülkeler, mutlak üretimde ilk 20'ye girmeseler dahi, elektrik üretimlerinde güneşin payı bakımından (%20'nin üzerinde) dünya lideri konumundadır; bu, 'büyüklük' ile 'görelî önem' arasındaki farkı göstermektedir.

Dünya elektrik üretim kaynakları (%)



8. Sınırlamalar ve Doğrulama Önerisi

Bu analizde sunulan tüm m² ve km² alan rakamları, resmi kaynaklarda doğrudan yayımlanmayan, hesaplama yoluyla türetilmiş tahminlerdir. 2025 tam yıl üretim verileri de, analizin hazırlandığı tarihte kesinleşmiş resmi istatistik olarak mevcut olmayabileceğinden tahmini niteliktedir. Bölüm 8'deki dünya geneli ilk 20 ülke tabloları da benzer şekilde, birden fazla uluslararası kaynağın (IRENA, Ember, Energy Institute) farklı referans yıllarına ait verilerinin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuştur ve özellikle 10. sıradan sonrası için yaklaşık değerler içermektedir. Akademik veya resmi bir çalışmada kullanılmadan önce aşağıdaki kaynaklardan güncel ve kesin verilerin doğrulanması önerilir:

- Bundesnetzagentur — Marktstammdatenregister (kurulu güç, tesis sayısı, konum verileri)
- Fraunhofer ISE — Energy-Charts (energy-charts.info) (saatlik/yıllık üretim verileri)
- BSW-Solar (Bundesverband Solarwirtschaft) (sektör analizleri)
- AGEE-Stat / Umweltbundesamt (yenilenebilir enerji istatistikleri)
- Türkiye için: EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) — lisanslı/lisanssız kurulu güç verileri
- Türkiye için: TEİAŞ ve EPIAŞ Şeffaflık Platformu (seffaflik.epias.com.tr) — saatlik/yıllık üretim verileri
- Türkiye için: GENSED (Güneş Enerjisi Sanayicileri ve Endüstrisi Derneği) — sektör analizleri
- Dünya geneli için: IRENA — Renewable Capacity Statistics (irena.org)
- Dünya geneli için: Ember — Global Electricity Review (ember-energy.org)
- Dünya geneli için: Energy Institute — Statistical Review of World Energy (energyinst.org)