

Dünya, Türkiye ve Almanya Elektrik Üretimini 2023/2024'deki Durumu: Milyonlarca Hurda Güneş Paneli, İçlerindeki Değerli ama Kanserojen Yapabilen Maddelerle Yakında Sofralarımızda !

Türkiye’de her yıl hurdaya çıkmakta olan 3 milyon kadar Güneş panelinin içlerindeki değerli ama insan sağlığı için zararlı maddelerle geri dönüşümleri tam yapılamadığında, bunların çöpe giderek ekosisteme karışacakları açıktır. Gündeme hiç gelmeyen bu konunun ayrıntılarını, bu yazımızda güncelliyoruz..

Yüksel Atakan, Dr., Fizik Y.Müh., ybatakan4@gmail.com, 10.10.2025 /I/

‘Temiz Enerji’ler denilen Güneş ve Rüzgar’dan Elektriğin Açıklanmayan ‘Kirli Yanları’ Neler?

Bugün tüm Dünya, ‘Temiz ve Bedava Enerjiler’ olarak görülen Güneş ve Rüzgar Enerjileri’nden çok daha fazla yararlanılarak, hem iklimin korunacağı, hem de enerji sorunlarının çözüleceği inanç, coşku ve hatta sarhoşluğunda!

Son Birleşmiş Milletler (BM) Toplantısında BM Genel Sekreteri de uzun uzun Temiz Enerjiyi ! sorunlarına hiç değinmeden övdü! Örneğin Dünya’da gitgide artmakta olan milyarlarca Güneş panelinin bir miktarının her gün hurdaya çıkmakta olduğuna, bu hurdaların tümünün geri dönüşümlerinin yapılamayacağına ve içlerindeki zehirli maddelerle birlikte ekosisteme karışacağına, önlem alınmasına hiç değinmedi. Bu konudaki önceki bir dizi yazılarımızı, aşağıdaki yazımızda, yeni bilgilerle, güncelliyoruz /1,2,3,4/.



Bir güneş çiftliği ve sert hava koşullarında bozulmuş ve doğaya terkedilmiş hurda paneller. Panellerdeki zararlı ve zehirli maddelerin zamanla kızgın güneş ve yağışlarla toprağa, yeraltı sularına, havaya, bitkilere karışarak insan vücuduna ulaşması ve kanser pabilecekleri beklenmeli ve bu önlenmeli!

Daha önceki bir yazımızdan: ‘Tüm ülkeler Güneş ve Rüzgar Enerjilerinden elektrik üretimini artırma çabasında. Bu durum özellikle son yıllarda fosil yakıtlı (kömür, petrol ve gaz) santrallerden salınan CO₂’in iklimi bozması ve Rusya’nın Ukrayna’ya Şubat 2022 ‘de saldırmasıyla Avrupa’ya gelen doğal gazın kesilmesi sonucu, hız kazandı. Dünya’da bugün Güneş ve Rüzgar’dan elektrik üretimini artırmayı planlamayan ülke yok gibi.

Kuşkusuz bu artımın olumlu yanlarını biz de destekliyoruz. Ancak Güneş ve Rüzgar enerjilerinin tertemiz ve bedava olmadıklarını, çok yüksek devlet desteklerine mal olduklarını, yapılan büyük yatırımlara karşın verimlerinin çok düşük ve değişken olduğunu, 25 yıl kadar kullanım sonunda ise hurdaya çıkan milyonlarca Güneş panelinin ve onbinlerce Rüzgar Kule, Pervane ve Türbinin içlerindeki zehirli maddelerin geri dönüşümlerinin, özellikle az gelişmiş ülkelerde, büyük oranda yapılamayacağı gerçeğini de görmezden gelmeyelim ve bunları bilerek, şimdiden hazırlık yapalım, önlem alalım, bu konudaki çok önemli sorunları, sonraki kuşaklara bırakmayalım /1,2,3/.

Dünya genelinde 2023 verilerine göre 1.400 GigaWatt’lık Güneş Enerjisi gücü kurulu durumda – bu da yaklaşık 77 milyon ton hurda malzeme demek. 2045 yılına kadar 2.000 GigaWatt daha eklenecek. Toplamda 180 milyon tondan fazla atık, bir şekilde ortadan kaldırılmak zorunda kalacak. 20-25 yıllık kullanım ömrü göz

önüne alındığında, 100-150 milyon tonluk bir hurda dalgası bizi bekliyor. **Karşılaştırma için: Bu, okyanuslara her yıl karışan plastik atığın 15 katı.** Bu durumda hurda ve bozuk paneller gerçekte ne oluyor? Gelişmiş ülkelerdeki ilgili şirketler ve bazı uzmanlar "%95 geri dönüştürülebilir" diyor, ancak bu klasik bir istatistiksel varsayım örneği ya da **Yeşil Geri Dönüşüm Hayali.**

Gerçek durum ise şöyle:

- **Cam (%70) ve alüminyum (%10)** büyük ölçüde geri kazanılabiliyor.
- **Plastikler (%10)** neredeyse tümüyle "termik geri dönüşüm"e (çöp yakma) gidiyor.
- **Silikon (%5)** – sistemin kalbi – %90'dan fazla oranda malzeme olarak geri dönüştürülemiyor.
- **Ağır metaller (%4)** (gümüş, kurşun, ince film modüllerde kadmiyum) ise büyük bir sorun teşkil ediyor ve bunlar toprağa ve ekosisteme karışıp insana ulaştığında, kanser de yapabiliyor.

Yarı iletken silikonun, enerji yoğun geri kazanım süreci şu an ekonomik değil. Çin'de kömürle üretilen yeni malzeme, bu zahmetli geri dönüşüm sürecinden daha ucuz. Kim düşünebilirdi ki?

Bu Atıklar Nereye Gidiyor?

Şu an sadece cam, alüminyum ve biraz bakır geri kazanılabiliyor. Peki geri kalan? Ya çöplüklerde, yakma tesislerinde ya da Afrika ve Asya'ya ihraç ediliyor; orada da şüpheli koşullarda "geri dönüşüm" yapılıyor. Değerli yarı iletken metaller ise tümüyle kayboluyor. Sektörün geri dönüşüm oranlarını bu kadar süslemesinin nedeni bu olabilir mi? Yanıt ortada.

Türkiye’de Güneş panelleri geri dönüşüm firmaları, internette verdikleri bilgilere göre, var /5/. Ancak bunların kapasiteleri de, yılda yaklaşık 3 milyon panelden kaç adedinin geri dönüşümünün yapılabildiği ve hangi tekniklerin kullanıldığı gibi temel bilgilere rastlanmıyor.

Dünya’da (2023), Türkiye’de ve Almanya’da (2024) Elektrik Üretimi Miktarları ve Kaç Adet Güneş Paneli Var?

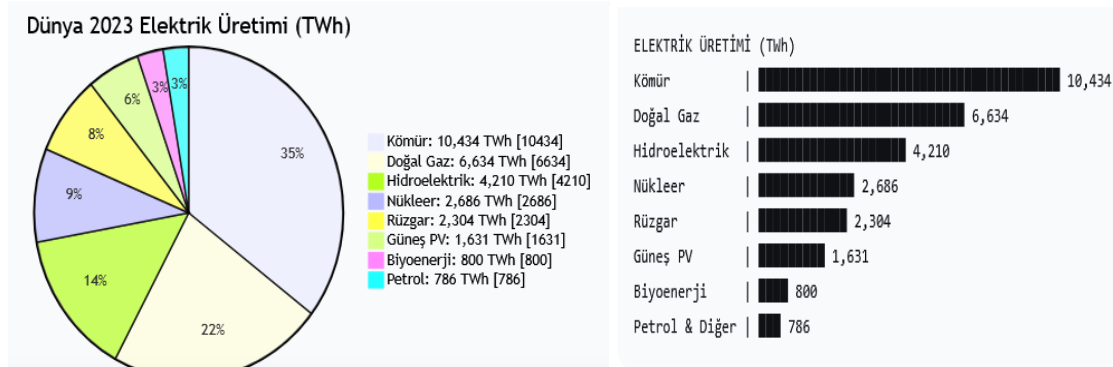
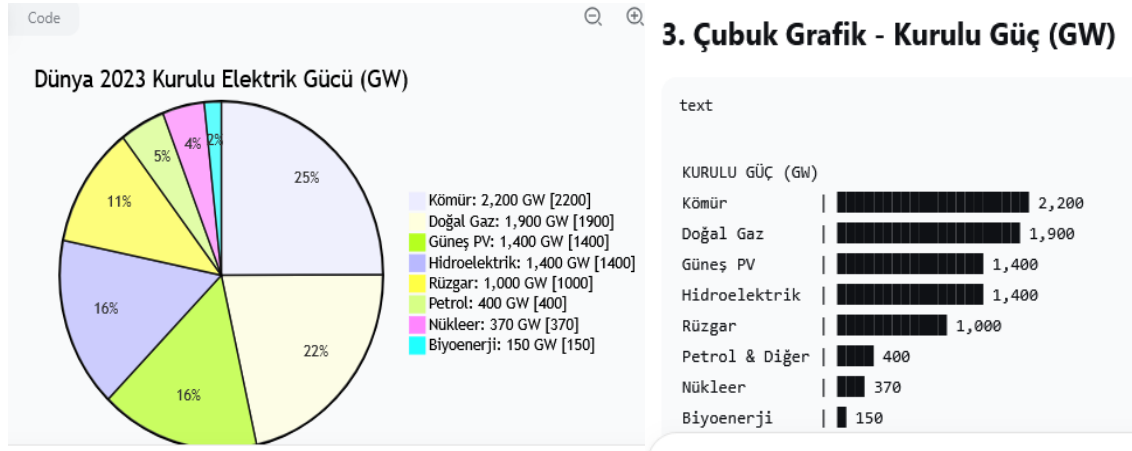
	Üretilen Toplam Elektrik Enerjisi (TWh)	Toplam Kurulu Güç (MW)	Güneş Enerjisi Kurulu Gücü	Toplam Güneş Paneli Sayısı	Her yıl Ortaya Çıkacak Hurda Güneş Panel Sayısı
Dünya	29.485	8.820	1400 GW	4,67 Milyar (=100 Milyon Ton)	233 Milyon
Türkiye	335	124	20	67 Milyon	3 Milyon
Almanya	491	269	98	325 Milyon	16 Milyon

Not: Türkiye Toplam Elektrik Kurulu Gücü’ Almanya’nın yarısından az olmakla birlikte üretilen toplam elektrik Almanya’nın %70 kadarıdır. Bunun nedeni Almanyanın Güneş Enerjisi Kurulu gücünün Türkiye’nin 5 katı olması ve Güneş Enerjisi kapasite faktörünün çok düşük olmasındandır. Ayrıca Türkiye’de, kapasite faktörleri yüksek olan fosil yakıt oranı da Almanya’dan fazladır.

Dünya 2023 Elektrik Kurulu Güç ve Üretim (Kaynaklara göre)

Kaynak / Yakıt	Kurulu Güç/Kapasite (GW)	Elektrik Üretimi (TWh)	Kapasite Faktörü (%)
Kömür (Coal)	≈ 2.200	≈ 10.434	54,1
Doğal Gaz (Gas)	≈ 1.900	≈ 6.634	39,9
Petrol & Diğer Fosil	≈ 400	≈ 786	22,4
Hidroelektrik	≈ 1.400	≈ 4.210	34,3
Rüzgar (Wind)	≈ 1.000	≈ 2.304	26,3
Güneş (Solar PV)	≈ 1.400	≈ 1.631	13,3
Biyoenerji & Atık	≈ 150	≈ 800	60,9
Nükleer	≈ 370	≈ 2.686	82,9
TOPLAM	≈ 8.820	≈ 29.485	

Kaynaklar: Ember Global Electricity Review 2023, IRENA 2024, IEA Electricity Market Report, WNA. (1 GW = 1 GigaWatt = 10⁹ Watt, 1 TWh = 1 TeraWattSaat = 1 x 10¹² WattSaat)



Dünya’da kaç adet Güneş Paneli var ve bunların toplam kütlesi ne kadar?

Tek bir Güneş Panel’inin ortalama olarak 300 Watt gücünde olduğu varsayıldığında , dünyadaki toplam 1400 GigaWatt ; $1400 \times 10^9 \text{ Watt} / 300 = 4,67$ Milyar adet Güneş Paneli olduğu hesaplanır. Bunların her biri 20-22 kg arasında olduğundan, toplam kütle yaklaşık olarak: $4,67 \text{ Milyar adet} \times 22 \text{ kg} = 100 \text{ Milyar kg} = 100 \text{ Milyon Ton}$ eder. Bunların çokluğunu gözümüzde canlandırabilmek için, bu toplam miktar 20 tonluk kamyonlara yüklenirse ve aralarında 100m’ lik bir konvoy oluşturulursa: $100 \text{ milyon ton} / 20 \text{ ton} = 5 \text{ Milyon}$ kamyon. 100 m uzaklıklarla bu 500 Milyon metre = 0,5 milyon km = 500 000 km Dünyanın çevresi olan 40 000 km’yi bu konvoy 12,5 kez dolaşır. Sorun şu: Dünya’da gelişmiş ülkelerde bulunan geri dönüşüm tesisleriyle bile bunların ancak % 90 kadarından içlerindeki zehirli maddeler alınabilecekken ve gerisi çöpe giderek çevreyi ve biyosistemi bozacakken az gelişmiş ülkelerde geri dönüşüm tesisleri de olmadığından, doğa her geçen yıl daha çok kirlenecek. Bunu ise dile getiren ve ona göre şimdiden önlem alan ülkeler ve

yöneticiler, ne yazık ki, görülüyor. Tüm yöneticiler ve BM Genel sekreteri de son konuşmasında olduğu gibi sadece Temiz Enerji'den söz ederken, bu soruna hiç değinilmiyor. Benzer durum Rüzgar enerjisi kule ve pervanelerinde de var.

Dünya'daki 4,67 milyar güneş panelinden her yıl % 5'i hurdaya çıkmakta olduğu varsayıldığında bu 233 milyon adet eder. Bunun 80'i Geri dönüşüm tesisleri olmayan az gelişmiş ülkelerde çöpe gideceği hesaplanabilir: $233 \times 0.80 = 186$ milyon adet panel çöpe gidiyor demektir.

Türkiye Elektrik Üretimine Genel Bakış ve Artmakta Olan Hurda Güneş Panelleri Ne Olacak?

Hurdaya çıkmakta olan panellerin içlerindeki değerli ama insan sağlığı için zararlı maddelerin geri dönüşümleri yapılıyor mu, yoksa bunlar çöpe giderek ekosisteme mi karışıyorlar?

Türkiye Elektrik Üretimi ve Kurulu Güç Değerleri– 2024

Yakıt/Kaynak	Kurulu Güç (GW)	Yıllık Üretim (TWh)	Kapasite Faktörü (%)	Veri Kaynağı
Linyit (Yerel Kömür)	20	75	42.8 %	TEİAŞ, EPDK 2024
Taşkömürü (İthal Kömür)	12	44	41.8 %	TEİAŞ, EPDK 2024
Doğal Gaz	22	64	33.2 %	TEİAŞ 2024
Fuel-oil & Diğer Fosil	1	3	34.2 %	EPDK 2024
Atık (Çöp, Endüstriyel)	0.6	2.5	47.5 %	EPDK 2024
Hidroelektrik	32	72	25.7 %	TEİAŞ 2024
Rüzgar	13	35	30.7 %	TEİAŞ 2024
Güneş	20	25	14.3 %	TEİAŞ 2024
Jeotermal	2	11	62.8 %	EPDK 2024
Biyokütle	1.5	3.5	26.6 %	EPDK 2024
TOPLAM	124 GW	335 TWh	—	—

Not: Bu listeye dayanan dairesel diyagram en altta.

Yukarıdaki toplam Güneş Kurulu gücünden, yaklaşık Güneş paneli sayısı hesaplanırsa

Türkiye'deki Güneş Paneli Sayısı: $20 \times 10^9 \text{ Watt} / 300 \text{ Watt} = 67$ milyon adet

Türkiye'de Güneş Enerjisi yaklaşık 20-30 yıldır var. Bunların her yıl % 5'i hurdaya çıkarsa bu yılda en azından 3 milyon hurda panel demektir. **Türkiye'de Geri Dönüşüm Tesisleri olmadığından her yıl 3 milyon kadar hurda panel içlerindeki zararlı maddelerle birlikte çöpe gidiyor demektir.**

Notlar: Kapasite faktörlerinin ya da verimlerin genellikle düşük olması ilgili yakıtların ya da kaynakların her an kullanılamamasının sonucudur.

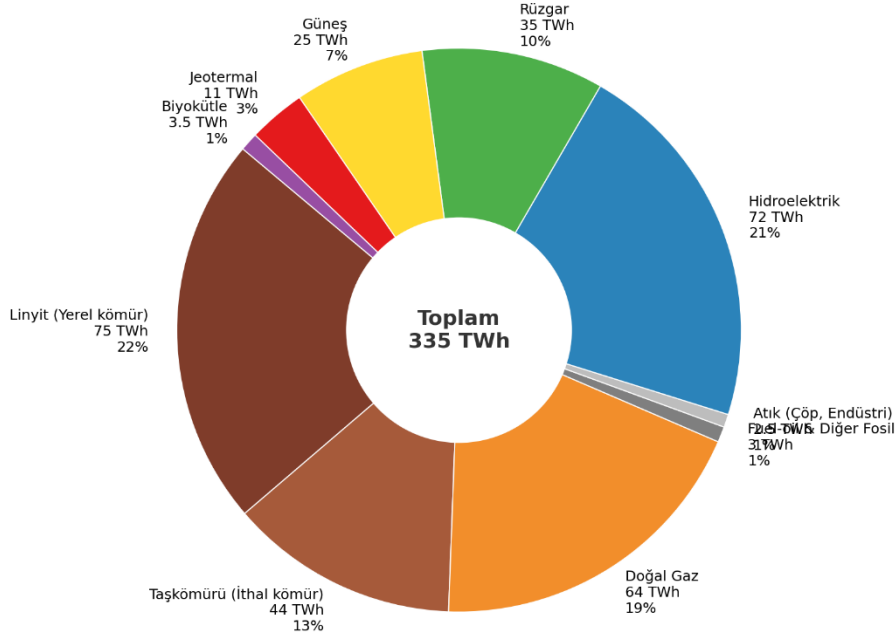
Hidroenerji kapasite katsayılarının düşük olması, ayrıca yağışların az olması sonucu, barajlardaki su sütunlarının yüksekliğinin azalmasından kaynaklanıyor.

Örneğin, DİCLE-FIRAT HAVZASINDA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ETKİSİ ARTIYOR

KEBAN, KARAKAYA ve ATATÜRK BARAJLARI'NIN ELEKTRİK ÜRETİMİ 30 YILDA ORTALAMA %25 AZALDI

Kaynak: RAPOR NO: 52 Raporun Adı: Dicle-Fırat Havzasında İklim Değişikliğinin Etkisi Artıyor.Keban, Karakaya ve Atatürk Barajlarının Elektrik Üretimi 30 Yılda Ortalama %25 Azaldı Raporu Yazan: Dursun Yıldız

2024 Türkiye Elektrik Üretimi — Üretim (TWh)



2024 Yılı Almanya Elektrik Üretim Özeti ve Değerlendirmeler Neler?

Aşağıdaki Çizelge’de 2024 yılı için Almanya Elektrik Üretiminde **kaynak bazında yukarıdaki kurulu güç (GW), net elektrik üretimi (TWh) çizelgelerinden** ve buradan hesaplanan **kapasite faktörü (%)** birlikte gösterilmektedir.

Almanya Elektrik Üretimi 2024 — AEE / AG Energiebilanzen Verilerine Göre

Enerji Kaynağı	Kurulu Güç (GW)	Üretim Kapasite (TWh)	Faktörü (%)
Su (Hidroelektrik)	6,4	22,2	39,6
Biyokütle (+Atık EE payı)	9,1	48,6	61,0
Güneş (Fotovoltaik)	97,6	74,1	8,7
Rüzgâr (Offshore)	9,2	26,1	32,4
Rüzgâr (Onshore)	63,2	112,8	20,4
Jeotermal	0,03	0,2	76,1 (yaklaşık)
Toplam Yenilenebilir	185,5	284,0	
Linyit (Braunkohle)	15,2	79,2	59,5
Taşkömürü (Steinkohle)	16,0	27,2	19,4
Doğalgaz (Erdgas)	36,7	78,4	24,4
Diğer (Yağ, Atık vb.)	15,2 (tahmini)	22,2	16,7
Toplam Yenilenemeyen	83,1	206,9	
GENEL TOPLAM	268,6	491,0	

Bu çizelgedeki değerler ile ilgili dairesel grafikler en altta.

Bu değerler ne anlama geliyor?

- Güneş kurulu gücü 97,6 GW, Rüzgar(toplam) kurulu gücünden 71,4 GW epey fazla olmasına karşın, üretebildiği elektrik miktarı çok daha az:
Güneş 74 TWh, Rüzgar 139 TWh. Bunun nedeni Güneş enerjisi veriminin (Kapasite faktörünün) sadece % 8.7, Rüzgar Enerjisinin ise %32 ve %20 olmasındandır.
- Büyük retim miktarları gözönüne alındığında, linyit kömürün verimi %60 ile epey yksektr.

Almanya’da fosil yakıtlı santrallerin verimlerinin (kapasite faktörlerinin) farklılıklarının nedenleri:

1 Linyit (Braunkohle) neden bu kadar yüksek kapasite faktörüne sahip?

- **Linyit (kahverengi kömür)** santralleri genellikle **baz yük (baseload)** retim için çalışır.
- Bu santraller düşük kaliteli ama **yerli kömür** kullanır; yakıt ucuz olduğu için ekonomik baskı azdır.
- Bu tesisler genellikle **yüksek ısı verime sahip büyük termik komplekslerdir** (rneğin: Neurath, Niederauem, Janschwalde).
- Ayrıca CO₂ fiyatları artsa da linyit santralleri hl **sistemde dengeleyici** olarak sık çalıştırılır.
→ Sonuç: **yüksek çalışma süresi, yüksek kapasite faktörü (%55–60).**

2 Taşkömürü (Steinkohle) neden çok daha düşük?

- Almanya artık **yerli taşkömürü üretmiyor** (son maden 2018’de kapandı).
- Kullanılan taşkömürü **ithal** — dolayısıyla pahalı.
- Bu nedenle santraller sadece **yüksek fiyatlı saatlerde** veya **arz daraldığında** devreye giriyor.
- Yani “**peak load (zirve yük)**” tipi çalışıyorlar.
→ Bu yüzden **kapasite faktörü düşüyor (%15–20 civarı).**

3 Doğalgaz neden benzer şekilde düşük kapasite faktöründe?

- Doğalgaz santralleri (zellikle CCGT – kombine çevrim) teknik olarak verimli olsa da **yakıt maliyeti çok yüksek**.
- Almanya 2022 sonrası (Rusya-Ukrayna savaşı nedeniyle) **gaz fiyat şokları** yaşadı.
- Bu santraller artık çoğunlukla **yedek veya dengeleme** rolü üstleniyor, baz yükte alışmıyor.
- Ayrıca yenilenebilir üretim (rzgr, güneş) arttıkça, gaz santralleri **boşta bekleme (standby)** modunda kalıyor.
→ Sonuç: **düşük yıllık çalışma saati, kapasite faktörü ≈ %15–25.**

Almanya Güneş paneli sayısı: $97.6 \text{ GW} / 300 \text{ Watt} = 97,6 \times 10^9 \text{ Watt} / 300 \text{ Watt} = 325 \text{ Milyon panel}$

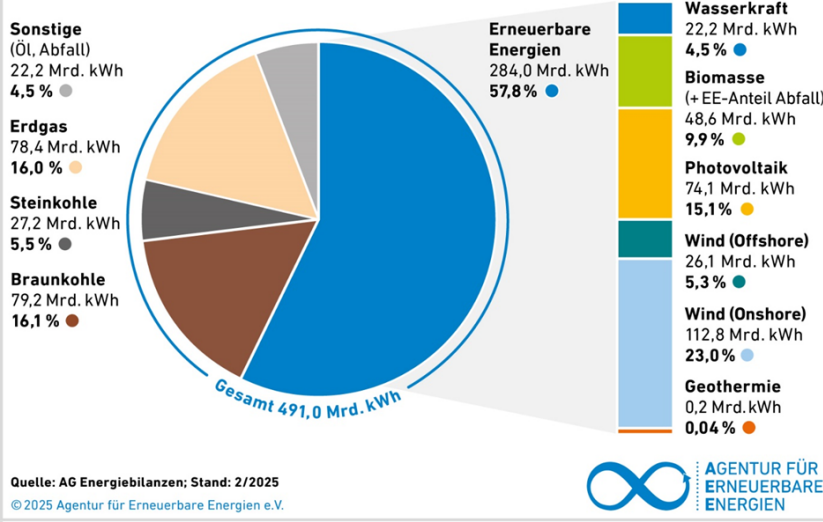
Her yıl % 5 hurdaya çıkarsa 16 milyon hurda panel. Almanya’da geri dönüşüm tesisleri bulunduğundan bunların % 5’inin bu tesislerde geri dşmleri yapılamaz ve çöpe giderlerse bu yılda 800 bin adet eder.

Bu konu ise Almanya’da gündemde değil.

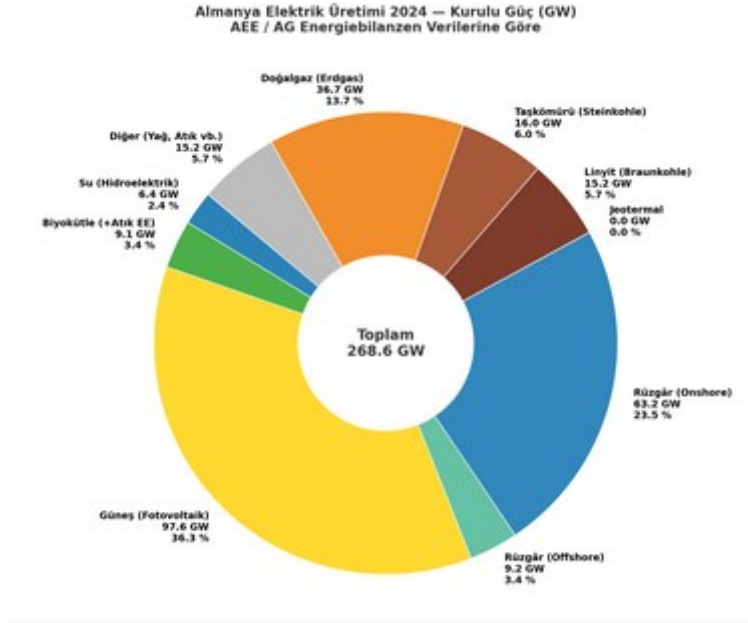
Almanya 2024 Elektrik retimi (TWh= Milyar kWh):

Der Strommix in Deutschland im Jahr 2024

Der Anteil der Erneuerbaren Energien am Stromverbrauch betrug 54 Prozent, ihr Beitrag zur Stromerzeugung (ohne Pumpspeicher) lag bei 58 Prozent.



Almanya Elektrik Kurulu Güç (MW) Yakıt/Kaynaklara göre:



Kaynaklar /I/:

- 1/ <https://www.radyasyonyatakan.com/yazi/gunes-enerjisinin-gizlenen-arka-yuzu-hazirlayan-yuksel-atakan-26-07-2025>
- 2/ <https://www.radyasyonyatakan.com/yazi/temiz-enerji-sanildigi-kadar-temiz-mi-antonini-hazirlayan-y-atakan-23-07-2025>
- 3/ <https://www.radyasyonyatakan.com/yazi/bir-milyon-ton-gunes-paneli-nasil-geri-donusturulur-katja-maria-engel-dr-ing-spektrum-de-05-12-2024-hazirlayan-y-atakan-18-03-2025>
- 4/ <https://www.radyasyonyatakan.com/yazi/turkiyede-gunes-panellerindeki-zararli-maddeler-ve-bunlarin-geri-donusumleriyle-ile-ilgili-bilimsel-yayinlar-yoneticilikler-ve-yaptirimlar-var-mi-yapay-zekayz-ile-yazismalar-yuksel-atakan-04-02-25>
- 5/ <https://www.ecosangerikazanim.com/turkiye-gunes-paneli-geri-donusum-firmalari/>