

Rüzgâr ve Güneş Enerjilerinden Elektrik Üretiminde Gelişmeler Almanya ile Türkiye karşılaştırması

Güneş ışın potansiyeli Türkiye'nin yarısından az olan Almanya, 2019'da, 6 kat daha çok elektrik üretti !

Yüksel Atakan, Dr., Y.Müh, Almanya, ybatakan3@gmail.com

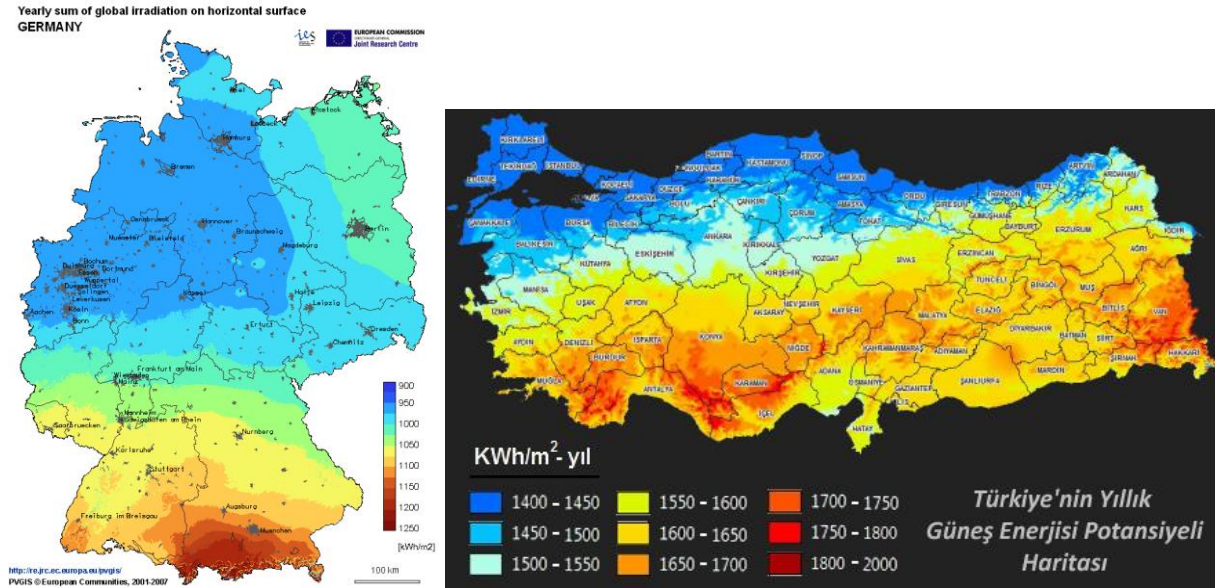
Giriş

Türkiye ile yaklaşık aynı nüfustaki Almanya'da 2019'da üretilen toplam elektrik enerjisi yılda 514 TWh iken, Türkiye'de yaklaşık 305 TWh (TeraWattSaat)* oldu. Gerek fosil yakıtların (kömür, petrol, doğal gazın) CO₂ salarak iklimi olumsuz etkilemeleri, gerekse bir çok ülkede, nükleer santrallerin tehlikeli olduğu gerekçesiyle, son 20 yıldır, tüm dünyada yenilenebilir enerjiler (YE) içinde özellikle rüzgâr ve güneş enerjilerinden elektrik üretiminde büyük gelişmeler olduğu biliniyor. Önceki yazılarımızda bu konu ayrıntılarıyla bulunuyor /1-5/.

Bu güncel yazımızda, güneş enerjisinden elektrik üretimindeki gelişmeleri ele alacağız.

Şekil 1'deki Almanya ve Türkiye haritalarından görüldüğü gibi, Almanya'nın çeşitli bölgelerinde güneş enerjisi kuzeyde 900 birimden (kWh/m²) başlıyor ve güneyde 1200 birime kadar çıkıyor. Türkiye'de ise bu, 1400 'den başlayıp 2000 birime kadar yükseliyor.

Şekil 1: Almanya'da güneş enerjisi potansiyeli ortalama olarak Türkiye'dekinin yarısından daha az. (Güneşli bir yaz gününde güneş ışınları potansiyeli, kapalı bir kış gününden 20 kat daha çok olabiliyor).



Almanya'da 2019'da üretilen toplam elektrik enerjisinin (514 TeraWattSaat) kaynaklara göre dağılımı Şekil 2'de gösteriliyor. Türkiye'de 2018 yılında üretilen toplam elektrik enerjisinin (304,8 TeraWattSaat) % 6,6'sı (20,1 TWh) rüzgâr, % 2,6'sı ise güneş enerjisinden elde edildi (7,9 TWh) / Enerji Bakanlığı açıklaması: 2018 yılında elektrik üretimimizin, %37,3'ü kömürden, %29,8'i doğal gazdan, %19,8'i hidrolik enerjiden, %6,6'sı rüzgârdan, %2,6'sı güneşten, %2,5'i jeotermal enerjiden, ve %1,4'ü diğer kaynaklardan elde edilmiştir /6/. Almanya/ Türkiye Güneş Enerjisi kaynaklı elektrik üretimleri karşılaştırıldığında, Almanya'nın çok güneşli olan bölgeleri, Türkiye'nin en az güneşli olan bölgeleri kadar dahi güneşli olmamalarına karşın, Almanya'nın, 2019'da güneşten, Türkiye'dekinden 6 kat kadar daha çok elektrik ürettiği aşağıdaki Çizelge'den görülüyor. Almanya'nın sadece 'güneş ve rüzgâr'dan ürettiği 173 TWh'lık elektrik enerjisi, Türkiye'nin 2018'de tüm kaynaklardan (doğal gaz, kömür, hidrolik vd.) ürettiği toplam elektrik enerjisinin %57'si kadar çok (173/304,8= %57).

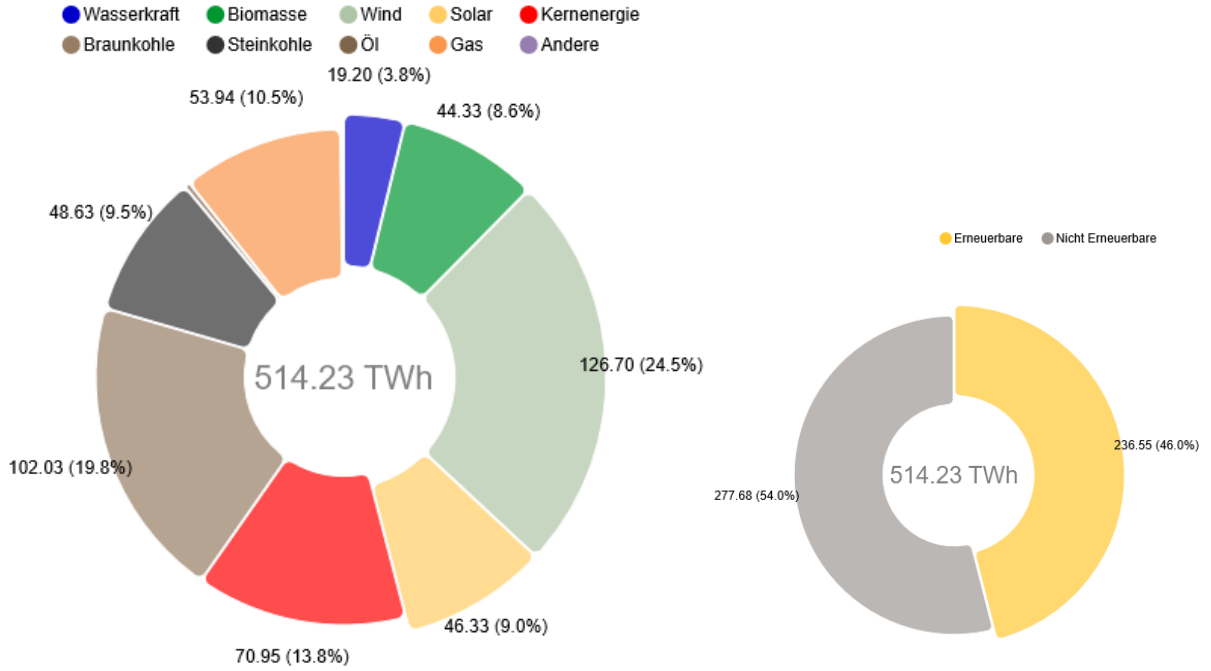
Çizelge: Almanya / Türkiye, Rüzgâr ve Güneş enerjilerinden elektrik üretimi karşılaştırması

ENERJİ KAYNAĞI	ALMANYA (TWh), (514 TWh Toplam üretimin %)	TÜRKİYE (TWh) (305 TWh Toplam üretimin %)	ALMANYA/TÜRKİYE KARŞILAŞTIRMASI
RÜZGÂR	127 (%24,5)	20,1 (% 6,6)	Almanya 6,3 kat daha çok
GÜNEŞ	46 (%9)	7,9 (% 2,6)	Almanya 5,8 kat daha çok
RÜZGÂR+GÜNEŞ	173 (%34)	28 (%9)	Almanya 6,2 kat daha çok

Almanya, Türkiye'nin tüm kaynaklardan ürettiği elektriğin yarısından çoğunu, sadece güneş ve rüzgâr enerjilerinden sağlıyor.

Şekil 2 : Almanya'da 2019'da üretilen net elektrik enerjisi TeraWattSaat (TWh) /1a/

Mavi:Hidrolik, Koyu yeşil: Biyokütle, Açık yeşil: Rüzgâr , Açık Kahve: Linyit, Koyu Kahve: Taşkömürü, Koyu sarı: Güneş, Turuncu: Doğal gaz, Kırmızı: Nükleer



Almanya'nın en büyük iki güneş santralının teknik özellikleri (solar park)

1. Almanya Brandenburg eyaleti Senftenberg/Schipkau'daki güneş santrali

Üç üniteden oluşan bu santral 2011'den beri ,Solar Thermik ve Fotovoltaik' yöntemleriyle çalışıyor. Santral, toplam 168 MWp kurulu gücünde ve 1000 Hektar'lık bir alana (10.000.000 m²) kurulmuş olup 635.000 solar modülünden oluşuyor. Bu alan kare olarak düşünülürse bir kenarı 3 km'den fazladır (**3162m x 3162m**). Fotovoltaik ünitenin kurulu gücü 94 MW'dir ve bununla ortalama 87 GWh elektrik enerjisi üretiliyor. Buradan verim: 10,6 (= 87/ 94 x 8760)

Şekil 3: AB'nin en büyük güneş enerjisi santrali Almanya Senftenberg'de. (Yanda, çatısında güneş panelli bir araç görülüyor)



2. Berlin'in 30 km yakınındaki Neuhardenberg Solar Parkı

145 MWp (peak) – maksimum elektrik gücündeki Avrupa'nın 2. büyük güneş enerjisi parkı Ekim 2012 den beri elektrik üretiyor (Şekil 4). 240 Hektar'lık bir alana 800.000 adet güneş modülünün, 2000 kişinin yoğun çalışmasıyla 5 hafta gibi rekor bir sürede kurulan bu güneş parkı 200 milyon Avro'ya mal oldu. Bu güneş parkının yılda ürettiği elektrik enerjisi ise ortalama 140 GigaWattSaat. Bununla, 48.000 evin elektriği karşılanıyor. **Verimi : $140 \text{ GWh} / 145 \text{ MW} \times 8760\text{h} = \% 11$**

Açıklama: Eğer yazları, öğle saatlerinde ulaşılan 145 MW'lık (peak) maksimum güç (santralin tam kapasiteyle çalışması) yıl boyunca sürekli olabilseydi, yıl sonunda elde edilecek elektrik enerjisi: $145 \text{ MW} \times 24 \text{ Saat/gün} \times 365 \text{ gün/yıl} = 1,270 \text{ 200 MWSaat} = 1,270 \text{ GigaWattSaat}$ olurdu. Buradan, bu güneş parkının yıllık ortalama veriminin: $140 \text{ GWh} / 1270 \text{ MWh} = \%11,4$ olduğu bulunur.

Güneş panellerinin kapladığı alan, bulunduğu yerdeki güneş ışınlarının günün kaç saatinde, ne şiddette etkili olduğuyla ve panellerin verimine bağlı olarak değişiyor. Neuhardenberg 'de 145 MWp elektrik gücündeki bu güneş parkının kapladığı alan olan 240 Hektar ($240 \times 10000 \text{m}^2$), **1,5 km x 1,6 km' lik bir kent merkezini kaplayacak kadar geniş.** Ayrıca 2015 yılında bu enerji parkının yanında kurulan tesisteki (toplam 10 MW güçte) devasa akülerde elektrik depolanabiliyor ve voltaj salınımları dengelenebiliyor.

Şekil 4: Berlin'in 30 km yakınındaki Neuhardenberg Solar Parkı, kullanılan paneller ve enerji depolama akülerinin bulunduğu bina



Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretimindeki gelişmeler

Türkiye'nin Güneş Enerjisi Potansiyeli Atlasına (GEPA) göre, yıllık toplam güneşlenme süresi 2.737 saat (günlük toplam 7,5 saat), yıllık toplam gelen güneş enerjisi 1.527 kWh/m^2 (günlük toplam $4,2 \text{ kWh/m}^2$) dir/8/. Güneş enerjisinden elektrik üretimi, oldukça yüksek güneş potansiyeline karşın, çok azdır. Ancak bu sürekli artıyor. 2016 yılında işletilmekte olan irili ufaklı 1644 Güneş Enerji Santrallerinin toplam kurulu gücü 1,36 GW olup 2016 yılında 1 Milyar kWh kadar elektrik üretilmiştir. Buradan güneş enerjisi kurulu

gücünün 2016 yılındaki ortalama kullanım oranı (ya da verimi) olarak oldukça düşük bir değer bulunur: % 8,4 (1 Milyar kWh /1,363x 8,760=0,084) .

Toplam kurulu güç 2015’de 249 MW iken 2017’de 2,9 GW’lık büyük bir atılımla, toplamda 3,4 GW’a ve 2018’de de 5 GW’a ulaşılmıştır. Santrallerin bir çoğu lisanssız elektrik üretim sınırı olan 1 MW’ın (MegaWatt) altındadır. **Güneş enerjisinden üretilen elektrik enerjisi 2018’de, yukarıda açıklandığı gibi, 7,9 TWh değerine yükselmiştir.**

Türkiye’deki en büyük 10 Güneş Enerjisi santrali /8/				
	Santral Adı	İl	Firma	Kurulu Güç
1)	Kayseri OSB Güneş Enerjisi Santrali	Kayseri	Kayseri OSB	50 MW
2)	Özkoyuncu Madencilik Balıkesir GES	Balıkesir	Özkoyuncu Madencilik	40 MW
3)	Konya Karatay Kızören GES	Konya	Tekno Enerji	18 MW
4)	Derinkuyu Güneş Enerjisi Santrali	Nevşehir		17 MW
5)	Makascı Mühendislik GES	Konya	Makascı Mühendislik	10 MW
6)	Renoe Acıpayam GES	Denizli	Erikoğlu Holding	10 MW
7)	Astor Enerji Bozova GES	Şanlıurfa	Astor Enerji	8,97 MW
8)	Tekno Enerji Aydın Savcılığ GES	Aydın	Tekno Enerji	8,92 MW
9)	Kayseri Çiftlik Güneş Enerjisi Santrali	Kayseri	Bayraktar İnşaat	8,40 MW
10)	Entar Enerji Güneş Enerjisi Santrali	Kayseri	Entar Enerji	8,00 MW

Türkiye’deki iki büyük güneş santralının teknik özellikleri

1. Kayseri Melikgazi Güneş Enerjisi Santrali

Kayseri’nin Melikgazi ilçesinde 2015 yılından beri çalışan Güneş Enerjisi Santrali (GES) 50 MWe kurulu gücü ve yılda ürettiği ortalama 73 GigaWatt Saat ile yaklaşık 22.000 kişinin elektriğini karşılıyor (konut, sanayi, metro ulaşımı, resmi daire, çevre aydınlatması gibi). Güneş panelleri: Canadian Solar marka). Bu tesisin ortalama verimi: %17 (= 73.000 MWh / 50 MW x 8760h).



2.Konya Karatay Kızören Santrali (Güneş Parkı)

Bu santral, 43 Hektar (= 430.000 m²)lık bir alana kurulmuştur (kabaca: **656m x 656m** büyüklüğünde bir kare). Bu büyük alanda 18 MW’lık kurulu güçle yılda üretilebilecek elektriğin 30,73 MilyonkWh (=30,73

GWh) kadar olacağı hesaplanıyor. Bu üretim miktarı gerçekleşirse, %19'luk oldukça yüksek bir verim elde edilecektir: $30,73 / 18 \times 24 \times 365 = \% 19$. Bu ise yukarıda bulunan %8,4'lük ortalama verimin çok üstündedir. Almanya'daki %11,4 lik düşük verime karşın, Türkiye'de %19'a varan verimin epey yüksek olması, diğer etkenlerle birlikte, temelde Türkiye'de güneşli günlerin daha çok olmasındandır.

Konya Karapınar'da 1000 MWp'lık bir fotovoltaik santral projelendirildiği Enerji bakanlığınca açıklanmıştır. Bitirildiğinde Türkiye'nin en büyük güneş enerji santrali olacaktır.

Not: Güneş panellerinde bulunan sağlığa zararlı kimyasal maddelerin azaltılmasıyla ilgili daha önceki yazımızdaki önerilerin göz önüne alınarak gerekli önlemlerin alınması yararlı olabilir ve 25-30 yıl sonra ülkemizin bir çok yerinin binlerce eski panel çöplüğüne dönüşmesi önlenebilir umarız /2/.

.....

(*) 1 Watt: Elektrik güç birimi olup 'Enerji aktarım (transfer) hızını' gösteriyor (enerji değil, enerjiyle karıştırılmamalı!). Güç (W)= Ws/s

Enerji birimi: WattSaniye (Ws) = Güç (Watt) x Saniye (s).

1 WattSaniye (1Ws): 1 saniyede üretilen ya da tüketilen 1 Joule'lük enerji, elektrikte, **1 Ws'dir.**

1 Joule: Örneğin 100 gramlık çikolata paketini yerden 1m yukarıya kaldırmak için gereken enerji.

1 kWh: Örneğin 100 Watt'lık bir ampülün 10 saat yanmasıyla tükettiği enerjidir. Örnek:1 milyar 100 Watt'lık ampülü 10 saat yakabilmek için 1 milyar kWh'lık enerji gerekecek.

TeraWattSaat (TWh) = Milyar kWh

Kaynaklar:

/1/ Almanya BDEW- Enstitüsü, 21.04.2017 günlük raporu https://www.dropbox.com/s/tyacpmb5w4min9t/170421_BDEW-Kraftwerksliste_Online%20Dokument_Mitglieder_April%202017.pdf?dl=0

/1a/ : https://www.energy-charts.de/energy_pie_de.htm

/2/ <https://docs.google.com/viewer?url=https://www.fmo.org.tr/wp-content/uploads/2018/06/GUNES-PANELLERI-Atakan-30062018-1.pdf&embedded=true&iframe>

/3/ <https://www.herkesebilimteknoloji.com/haberler/fizikuzay/almanya-enerji-uretim-ve-tuketimindeki-buyuk-sorunlar-ve-cozum-cabaları>

/4/ <https://www.herkesebilimteknoloji.com/haberler/surdurulebilirlik/dunya-komur-nukleeri-birakamiyor>

/5/ <https://www.herkesebilimteknoloji.com/haberler/surdurulebilirlik/nukleer-enerjiden-cikan-almanyada-ruzgar-gunes-enerjilerinden-elektrik-uretiminde-buyuk-atilim-ulkemizdeki-durumla-karsilastirma>

/6/ Enerji Bakanlığı – Elektrik : <https://www.enerji.gov.tr/tr-TR/Sayfalar/Elektrik>

/7/ <https://www.teias.gov.tr/tr/i-kurulu-guc>.

/8/Türkiye Enerji Atlası, <https://www.enerjiatlası.com/gunes/>

Not : Bu yazı 17.01.2020 günü HBT dergisinin 199.sayısında yayımlanmıştır.