

# Almanya ve Türkiye’de elektrik üretimi ve sorunlar

[Yüksel Atakan](#) - 1 Ocak 2014



*Almanya, Fukuşima kazasından sonra, Meclis’in aldığı kararla, çalışmakta olan 17 nükleer santralden 8’i durdurdu. Arta kalan 9 nükleer santralin 2015 ile 2023 arasında kapatılması planlanıyor. Bu durum yeni sorunlar da getiriyor. Türkiye’de elektrik üretiminin hangi yollarla gerçekleştirileceği de ciddi tartışma konusu.*

Almanya Başbakanı Merkel, Mart 2011’deki Fukuşima kazasından sonra Mecliste yaptığı konuşmada nükleer santrallerin 2023 yılına kadar art arda kapatılacağını ve nükleer enerjiden çıkılacağını söyleyerek “Geleceğin elektriğini üretmede dönüm noktasını belirleyen dünyanın ilk endüstri ülkesi olabiliriz” dedi ve ekledi; “Her ne kadar nükleer santralsiz yeterli elektriği sağlayabilmek büyük sorunları içeren bir proje ise de hep birlikte bunun üstesinden geleceğiz.” Daha sonra Meclis’in aldığı kararla, çalışmakta olan 17 nükleer santralden 8’i durduruldu. Arta kalan 9 nükleer santralin 2015 ile 2023 arasında kapatılması planlanıyor. 2020 yılına kadar gerekli elektrik enerjisinin %35’inin yenilenebilir enerjilerden sağlanması amaçlanıyor.

Bunun yanı sıra, ülkede ileride daha az enerji kullanımı öngörülüyor. Binalar için gereken enerji, tüm enerji kullanımının %40’ı kadar çok olduğundan, özellikle binaların ‘enerji korunumlu’ olması önemli. 2020’den başlayarak yeni yapılacak binaların enerji gereksinimi düşük olacak ve binalar fazla enerji yitirmeyecek şekilde ilgili standarda göre yapılacak. Yeni binalar için vergi indirimi getirilecek. Bunun karşılığı ise 1,5 milyar avro kadar. Bugünkü binaların enerji kayıplarının azaltılması, mantolanması, ısı korunumlu pencereler takılması gibi önlemler için devlet her yıl vergi indirimi yoluyla ayrıca 1,5 milyar avro destek sağlayacak.

## Yazıda geçen birimlerle ilgili açıklamalar

Elektriksel Güç birimi: 1 Watt: 1 saniyede üretilen ya da tüketilen 1 Joule”luk enerji miktarıdır (1 Watt = 1 Joule (enerji)/1 saniye).

Gözümüzde canlandırmak için bir örnek: 100 gramlık bir çukolata paketini 1 metre yukarı kaldırmak için 1 Joule'lük enerji gerekiyor (Enerji = iş yapabilme yeteneği)

1 Watt, pratikte çok küçük olduğundan bunun katları kullanılıyor.

1 kiloWatt (1kW) = 1000 W; 1 MegaWatt = 1 MilyonWatt(1MW);

1 GigaWatt = 1000 MegaWatt = 1 Milyon kilo Watt = 1 MilyarWatt

1 GigaWattsaat = 1 Milyon kWh = 1 MilyarWh (=1000 MegaWh)

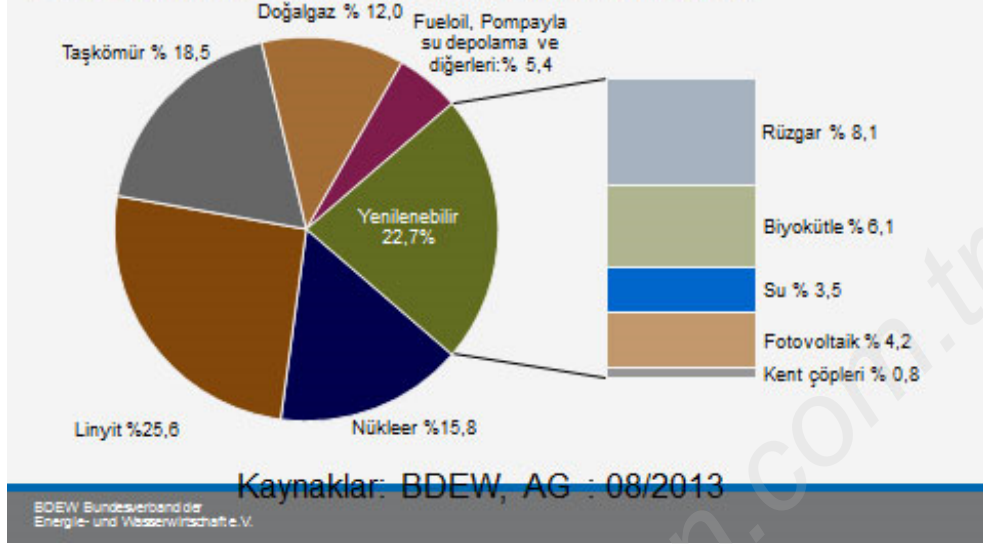
1 TeraWattsaat (1 TrilyonWh) = 1000 Milyar Wh (= 1000 GWh= $10^{12}$  Watt h) =  $10^9$  kWh = 1 MilyarWh

### Almanya'da, kaynaklarına göre üretilen ve tüketilen elektrik

Ülkelerin ürettikleri ve tükettikleri elektrik enerjisi genellikle Terawatt saat (TWh) ya da milyar kiloWatt saat (1 milyar kWhsaat = 1 TWh) ile açıklanıyor. (1) Almanya'da son yıllarda tüketilen brüt (2) elektrik enerjisi miktarı yılda ortalama olarak 600 TWh = 600 milyar kWh dolayında. Yılda 20 milyar kWh kadar net enerji de başka ülkelere satılmaktaydı. Ancak Fukushima kazasından sonra devreden çıkarılan 8 nükleer santral sonucu, Almanya elektrik enerjisinin bir bölümünü komşularından almakla birlikte, aşırı enerjinin üretildiği bazı aylarda 'fazla elektrik', AB elektrik ağına aktarılıyor. 2010 yılında üretilen toplam 620 TWh (=620 milyar kWh)'ın içinde 17 nükleer santralin payı 140 milyar kWh ( $140/620=22,6\%$ ) kadardı. 8 nükleer santralin 2011 yılında durdurulması ve yenilenebilir enerjilerden üretilen elektriğin öncelikle şebekeye beslenmesi zorunluluğu nedeniyle, 2012 yılında üretilen brüt 629 milyar kWh'luk toplam elektrik enerjisinin içinde nükleer enerjinin payı  $15,8\%$ 'e düşerek 99 milyar kWh'a indi (bkz. Şekil 1, Çizelge 1). 2008 ve 2009 yıllarının her birinde yenilenebilir enerjilerin toplam katkısı 94 milyar kWh kadar iken, 2012'de bu katkı 143 milyar kWh'a yükseldiğinden, tüm enerji gereksinimini karşılayabilmek için ileride tüm nükleer santraller çalıştırılmazsa, fosil yakıtlı santrallerin (taş kömür, linyit, doğal gaz, fueloil yakıtlı olanlar) 500 milyar kWh kadar enerjiyi devreye (şebekeye) beslemesi gerekiyor. Almanya'daki fosil yakıtlı santrallerin **toplam elektriksel gücü 79,5 GigaWatt** (= 79, 5 milyar kiloWatt) olup bu güç, yılda:  $79,5 \text{ GW} \times 8760 \text{ saat} = 696,4 \text{ milyar kWh}$  elektrik enerjisine karşılık geliyor.

Santrallerin bakım, onarım nedeniyle birkaç ay durdurulması ve ayrıca santrallerin ve pompaların çalışması sırasında kullandıkları enerjinin yanı sıra şebeke kayıpları da göz önüne alındığında fosil yakıtlardan kaynaklanan elektrik enerjisinin ancak  $72\%$ 'si olan 501 TWh (= 501 milyar kWh) kadarının, yılda elektrik ağına verilebilecek net enerji miktarı olduğu hesaplanıyor. Buradan tüm nükleer santraller durdurulsa bile, fosil yakıtlı kaynaklardan elde edilebilecek bu miktardaki enerjiye, yenilenebilir kaynaklarla zamanla artarak elde edilecek enerji de eklendiğinde Almanya'da ileride enerji açığı olmayacağı kestirilebilir. Görüldüğü gibi Almanya, ileride nükleer enerjiden tümüyle çıktığında, fosil yakıtlı santrallere gereksinme sürece ve yenilenebilir enerjilerin elektrik açığını kapatması olası değil. Ayrıca yukarıdaki hesap ileride tutar mı ve fosil yakıtlı santrallerin saldıkları zehirli gazlarla çevreyi ve CO<sub>2</sub> ile de iklimi olumsuz yönde etkilemesi sorunları çözülebilecek mi? 3600 km<sup>2</sup>'lik yeni elektrik iletim ağına da gereksinme var. Bunları ve başka sorunları son bölümde inceleyeceğiz.

**Şekil 1: Almanya’da 2012 Yılında Çeşitli Kaynaklardan Brüt Elektrik Üretimi: Toplam 628,7 Milyar kWh**

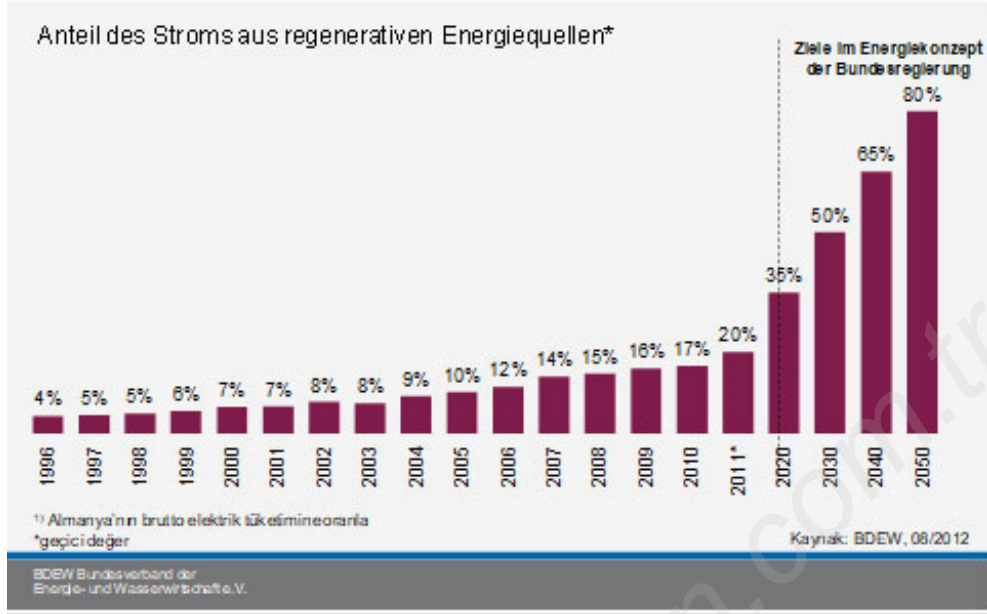


### **Almanya’da yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretimindeki gelişmeler**

Almanya’da 1 Nisan 2000’de Yenilenebilir Enerjiler Yasası’nın yürürlüğe girmesi sonrasındaki 10 yılda, bu yolla üretilen elektrik enerjisinin toplam elektrik enerjisi üretimindeki payı %7’den %17’ye yükseldi. Bu pay, 2012’de %22,7’yi buldu (Bkz. Grafik 1YE ve Şekil 1). Bu artışın sağlanmasındaki tüm giderler, elektrik kullanıcılarının elektrik faturalarına kiloWatt saat (kWh) başına 3,5 avro sent’lik, çevre (ekoloji) vergisi eklenmesiyle karşılandı. Bu vergi 2013’te 5,2 avro sent’e yükseltildi. Bunun sonucu olarak her geçen yıl elektrik kWh fiyatının artması ve artışın 2011 fiyatına göre ileride %50’yi bulması bekleniyor. 2011 yılında devlet sadece fotovoltaiik kaynaklı elektrik üretimine toplam 13,5 milyar avro’luk destek sağladı. Çatılarına güneş enerji panelleri yerleştirilip tüm ilgili sistemleri kurulmuş evlerden genel elektrik ağına (şebekeye) aktarılan her kWh için devlet 25 avro-sent’lik destek verdi.

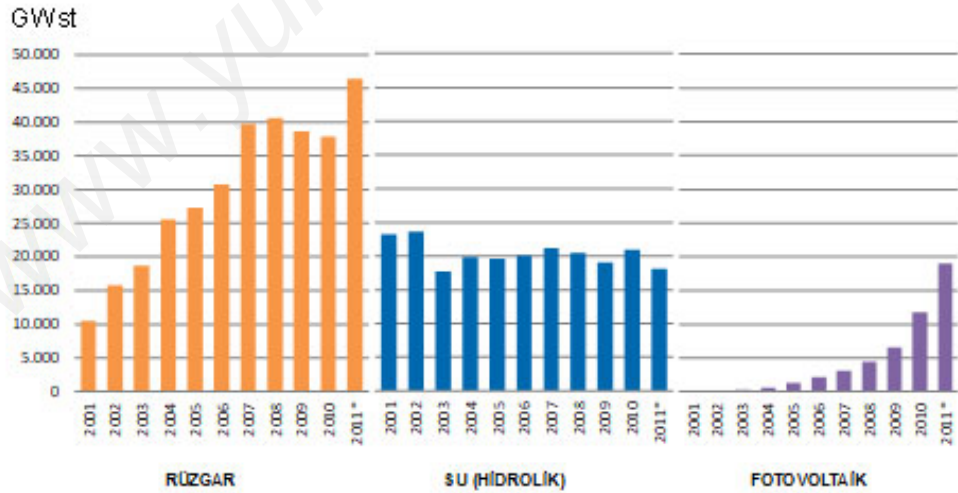
**Grafik 1YE: Almanya'da Yenilenebilir Enerjilerin Toplam Elektrik Üretimine Oranla Yıllara Göre Gelişimi ve İlerisi için Planlanan Değerler (%) <sup>1)</sup>**

**bdeu**  
Energie. Wasser. Leben.



Grafik 1YE'de, Almanya'da yenilenebilir enerjilerden (YE) üretilen elektrik enerjisinin toplam üretimdeki payının, sürekli olarak arttığı görülüyor. Almanya, YE'nin payını 2020'de %35'e, 2030'da %50 ve 2050'de de %80'e çıkarmayı öngörüyor. Grafik 2YE'de, Almanya'da son 10 yıldır rüzgar, su (hidrolik) ve güneş (fotovoltaik) enerjilerinden üretilen elektrik enerjisindeki gelişmeler (yıllara göre, GigaWattsaat) gösteriliyor.

**Grafik 2YE: Almanya'da son 10 yıldır yenilenebilir kaynaklardan üretilen elektrik enerjisindeki gelişmeler (yıllara göre, GigaWattsaat)**



Kaynak: BDEW

\* geçici

## **Almanya’da rüzgar enerjisinden elektrik üretimi**

Rüzgardan elde edilen elektrik enerjisi 2001’de 10.000 GWh (=10 milyar kWh) iken bu değer 2011’de 4,5 kat artarak 45 milyar kWh’ı bulmuştur. 2010 yılında 27 GW’lık kurulu rüzgar gücünden elektrik ağına verilebilen net elektrik enerjisi 38 Milyar kWh olmuştur. 27 GW kurulu güç yıl boyunca elektrik ağına kesintisiz elektrik verebilseydi 38.000 GWh yerine, 236.000 GWh (= 27 GW x 365 gün/yıl x 24 saat/gün) çok daha büyük miktarda elektrik elde edilebilecekti. Buradan rüzgar enerjisinin verim ya da kapasite kullanım oranı olarak  $\% 16 = 38.000/236.000$  hesaplanır. Verimin düşük olmasının nedeni her an rüzgar olmaması, santrallerin bakım, onarım nedeniyle durdurulması ve istek (talep) azlığı ya da elektrik ağına çeşitli nedenlerle elektriğin verilememesidir. 2012’de rüzgar kurulu gücü 31 GW olmuş ve rüzgar kaynaklı 51 milyar kWh elektrik enerjisi üretilmiştir (Bkz. Çizelge 1). 31 GW’lık rüzgar kurulu gücü, tüm dünyadaki kurulu gücün  $\%10$ ’u kadardır.

## **Almanya’da güneş enerjisinden fotovoltaik yöntemiyle elektrik üretimi**

Fotovoltaik kurulu güç 2001’de neredeyse sıfır iken 2011’de bu kaynaktan elde edilen elektrik enerjisi 19.000 GWh (= 19 milyar kWh)’a yükselmiştir. Almanya’da 2010 yılında 17,5 GW’lık fotovoltaik kurulu güçten net 11,7 milyar kWh, 2012’de ise 32 GW’lık kurulu güçten, 26 milyar kWh’lık elektrik üretilmiştir. Almanya’daki fotovoltaik kurulu gücü, tüm dünyadaki kurulu gücün yarısını geçmiştir.

Geceleri güneşin olmayışı, güneşli günlerin az ya da çok olmasına göre ve ayrıca, elektrik ağına çeşitli nedenlerle elektriğin verilememesi nedenleriyle bu oldukça yüksek kurulu güçten elektrik ağına verilebilen fotovoltaik kaynaklı net elektrik enerjisi ise çok azdır ya da verim sadece  $\%8$  kadardır. Buradan, fotovoltaik enerjinin veriminin, rüzgar enerjisi veriminin ancak yarısı kadar olduğu görülüyor. Fosil yakıtlı ve nükleer enerjililerin verimi ise  $\%72$  kadardır.

Gerek rüzgâr gerekse fotovoltaik kaynaklı elektrik enerjisi üretimindeki son yıllardaki artışın nedeni ise, havanın daha rüzgarlı ya da daha güneşli olmasından çok, devreye giren yeni rüzgar ve güneş enerjisi santralleridir.

Su (hidrolik) kaynaklı elektrik enerjisi, son 10 yılda salınımlarla yılda 24 milyar kWh’tan 17 milyar kWh’a düşmüştür (Almanya’da su kaynakları daha fazla kullanılamıyor).

2003-2011 yılları arasında nükleer kaynaklı elektrik üretimindeki aylık ortalama 12,5 milyar kWh olmuştur. Rüzgar kaynaklı elektrik üretiminde son yılların, aylık ortalaması 3,1 milyar kWh ve fotovoltaik kaynaklı enerjide ise aylık ortalama 1,6 milyar kWh kadardır. Rüzgâr ve fotovoltaik kaynaklı üretim bazı aylarda oldukça yüksekken, yıl boyunca hesaplanan aylık ortalama değerler, nükleer kaynaklı aylık ortalamanın çok altında kalıyor.

## **Türkiye’de üretilen ve tüketilen elektrik**

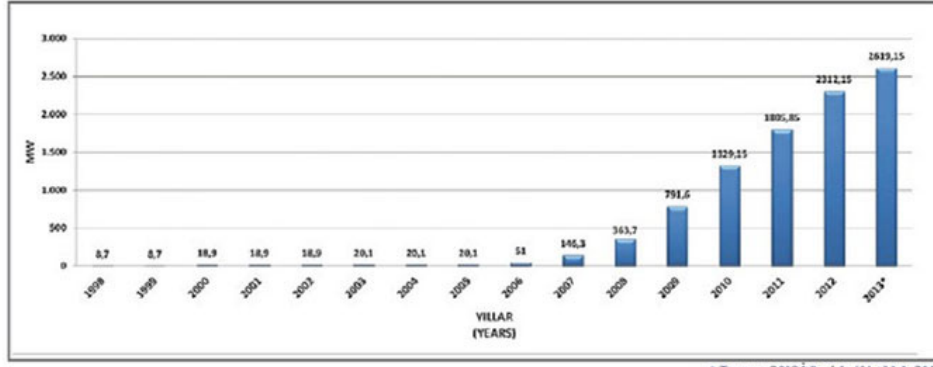
Türkiye’de kişi başına yıllık elektrik tüketimi 3200 kWh düzeylerinde olup, bu miktar kalkınmış ve kalkınmakta olan ülkeler ortalamasının çok altındadır. Türkiye’de 1950’lerde yılda sadece 0,800 milyar kWh enerji üretimi kapasitesi varken, 2012 yılında bu oran yaklaşık 406 misli artarak yılda 325 milyar kWh düzeylerine ulaşmıştır. 2012 yılında 57.452 MW’a ulaşan toplam kurulu güç ile arızalar, bakım onarım ve diğer nedenlerle ancak 239 milyar kWh enerji üretilebilmiştir. Enerji üretiminin  $\%26,8$ ’i yenilenebilir ( $\%24$ ’ü hidrolik,  $\%2,8$ ’i rüzgar ve jeotermal),  $\%73,2$ ’si ise fosil yakıt olarak adlandırılan termik (doğal gaz, linyit,

kömür, fueloil, motorin, asfaltit, nafta gibi) kaynaklardır. Son yıllarda rüzgar ve jeotermal kaynakların enerji üretiminde kullanımına ilişkin yoğun çalışmalar yapıldığı, ayrıca nükleer enerji kullanımı için de Akkuyu'nun yanı sıra başka projelerin de yürütüldüğü biliniyor.

Türkiye'de kuramsal hidroelektrik potansiyel 433 milyar kWh, teknik olarak değerlendirilebilir potansiyel ise 216 milyar kWh olarak hesaplanıyor. DSİ 2012 çalışma raporuna göre işletmede olan 370 adet irili ufaklı hidroelektrik santralinin (HES) kurulu gücü yaklaşık olarak 20 GW ve ortalama yıllık üretimi ise 71 milyar kWh olmasına rağmen 2012 yılında hidrolik kaynaklı elektrik üretimi 57 milyar kWh kadardır. Yapımı süren 212 ve planlanan da 1058 adet çoğu küçük hidroelektrik santrali (HES) bitirildiğinde bunlarla birlikte toplam su (hidrolik) kurulu gücünün ileride 47 GW olması ve bundan sağlanabilecek elektrik enerjisinin de yılda 165 milyar kWh düzeyine yükseltilmesi amaçlanıyor. Ancak, HES'lere karşı Türkiye'de çevrecilerin çok duyarlı oldukları ve bunların birçoğunun yapımını önleyebilecekleri de biliniyor.

### **Türkiye'de rüzgar enerjisinden elektrik üretimi**

Türkiye'de, rüzgar enerjisinden elektrik üretimi projeleri ve rüzgar santrallerinin yapımı sürüyor. Bugüne kadar birçok yerde kurulan ve işletmeye açılan 1 ile 135 MW arasında rüzgar santrali bulunuyor. Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği'nin (TÜREB) Temmuz 2013 raporuna göre 2012'de toplam kurulu güç her yıl artarak 2012'de 2,3 GW olmuş ve 2013'de de bunu biraz geçmiştir (bkz. Grafik 3YE). TÜREB'in Mart 2011'deki değerlerine göre her bir rüzgar santralinde 1 ile 54 arası türbin bulunuyor. Yapımı süren rüzgar santrallerinin kurulu gücü ise 0,750 GW kadar. TÜREB yayınlarında bu kurulu güçlerden, yılda Gigawatt saat olarak ne kadar elektrik üretilebildiği ise açıklanmıyor. Öte yandan DSİ 2012 çalışma raporunda, Türkiye'de 2012'de üretilen toplam elektriğin %2,8'inin rüzgar ve jeotermal kaynaklardan sağlandığı açıklanıyor. Rüzgar gücüyle üretilen net elektriğin %1,5 kadar olduğu varsayılırsa, bunun Türkiye'de toplam üretilen elektrik içindeki miktarının  $(239 \times 0,015 = 3,6)$  ya da kabaca 4 milyar kW saat kadar olabileceği kestirilebilir. Öte yandan, 2,3 GW'lık rüzgar kurulu gücünden 2012 yılı boyunca rüzgar santralleri sürekli çalışacak olabilselerdi:  $2,3 \times 8760$  saat/yıl = 20 milyar kW saat elektrik üretebilirlerdi. Rüzgar, yıl boyunca her an bulunmadığından, ayrıca bakım ve onarım çalışmaları nedenleriyle santrallerin zaman zaman durdurulması gerektiğinden, 2012'de ancak 4 milyar kW saat kadar elektrik üretilebilmiş olabildiğine göre rüzgar enerjisinin verimin %20 ( $=4/20$ ) kadar olduğu çıkarılabilir. Bu hesaplama sonucu, rüzgarı daha bol Almanya'da hesaplanan rüzgar kaynaklı elektrik üretim verimi olan %16'dan epey yüksektir ve Türkiye'deki gerçek verimin daha düşük olması beklenir. TÜREB'in ileride gerçek verim değerlerini açıklaması beklenir.



\* Temmuz 2013 Raporu / Ünlü July 2013

Grafik 3YE: Türkiye Rüzgar Enerjisi santralleri kurulu güçlerinin (MW), yıllara göre gelişimi (Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği /TUREB/ Temmuz 2013 raporundan)

Türkiye'deki kuramsal rüzgar enerjisi potansiyeli 48 GW dolayında olup, bunun 38 GW'ı karasal bölgelerde ve 10 GW' da deniz üzerinde bulunuyor. Bugünkü (2012/2013) elektrik ağının (şebekesinin) ise ancak 10 GW düzeyinde rüzgar kurulu gücünü kaldırabileceği hesaplanıyor. 2023 yılına kadar elektrik ağı genişletilebilir ya da yenilenebilirse, elektriksel gücün, 2023'de iki katına (20 GW) çıkabileceği bekleniyor.



Türkiye'de üretilen fotovoltaik kollektör örneği (IEA, 2011 raporundan).

### Türkiye'de fotovoltaik kaynaklı elektrik üretimi

Türkiye'de 8 Ocak 2011 tarihinde *Resmi Gazete*'de yayımlanan yenilenebilir enerji yasasına göre güneş enerjisi sistemleri ile üretilen elektriğe, devlet alım garantisi sağlıyor. Buna göre, güneş enerjisi sistemlerinin ürettiği her kWh için 13,3 dolar-sent veriliyor, sistem elemanlarında

yerli malı kullanıldığında ise toplam destek 16 sent'e yükseliyor (ilk 10 yıl için). Ülke çapında toplam kurulu güç tam olarak hesaplanamıyor, 3-5 MW arası olduğu sanılıyor. Avrupa Fotovoltaik Endüstrisi Derneği (EPIA)'nin verilerine göre Türkiye'de toplam kurulu güç 2020'de 20 GW'a ulaşabilir. Ancak bunun nasıl sağlanacağı açıklanmıyor. Öte yandan güneşi bol Türkiye'de, ülke çapında, daha çok çatıya paneller konularak güneş enerjisinden hem fotovoltaik hem de su ısıtılması yollarıyla yararlanılması, diğer enerjilerin daha az kullanılmasını sağlayacaktır.

### Almanya ve Türkiye'deki elektrik üretiminin karşılaştırılması

Aşağıdaki Çizelge 1'de 2012 yılında Almanya ve Türkiye'deki brüt elektrik enerjisi üretiminde kaynakların katkıları karşılaştırılıyor. Buradan nüfusu Almanya'ninkine yaklaşan Türkiye'nin, Almanya'nın sadece %38'i kadar elektrik enerjisi ürettiği görülüyor (239/629=0,38). 75 milyon nüfusu olan Türkiye'de kişi başına yılda üretilen brüt elektrik 3200 kWh'ın altındadır (=239000/75).

|                                                                 | Almanya'da<br>kurulu güç:<br>GW | Almanya'da<br>Üretilen brüt<br>elektrik enerjisi:<br>Milyar kWh | Türkiye'de Üretilen<br>brüt elektrik enerjisi:<br>Milyar kWh | Türkiye'de<br>kurulu güç: GW |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Fosil yakıtlardan<br>(taş kömür, linyit,<br>doğal gaz, fueloil) | 79                              | 353                                                             | 175                                                          | 33                           |
| Su enerjisi (hidrolik)                                          | 11                              | 22                                                              | 57                                                           | 20                           |
| Nükleer                                                         | 12                              | 99                                                              | -                                                            |                              |
| Rüzgâr                                                          | 31                              | 51                                                              | 3,6                                                          | 2,3                          |
| Fotovoltaik                                                     | 32                              | 26                                                              | ?                                                            |                              |
| Biyokütle, çöp                                                  | 6                               | 40                                                              | ?                                                            |                              |
| Su pompalama<br>(3), jeotermal ve<br>diğerlerinden              | 7                               | 38                                                              | 3,1 ?                                                        | 1,7 ?                        |
| Toplam brüt elektrik<br>Üretimi                                 | 178                             | 629                                                             | 239                                                          | 57                           |

Çizelge 1: 2012 yılında Almanya ve Türkiye'de üretilen brüt elektrik (yaklaşık değerler).

### Nükleer santraller kapatılırken Almanya'da elektrik üretimindeki sorunlar

Almanya'da bugün yapımı süren ya da planlanan küçüklü büyüklü 51 adet fosil yakıtlı santral bulunuyor. Nükleer santraller kapatılırken, yenilenebilir enerji üretimi kısa sürede açığı kapatamayacağından, bunların art arda devreye girmesi bekleniyor. Ancak fosil yakıtlı santrallerden sadece birkaçı, kapatılan nükleer santrallere yakın ve aynı elektrik ağını kullanabiliyorlar. Uzaklarda olan diğerleri için yeni yüksek gerilim hatları (YGH) yapılması ve kapatılan 8 nükleer santralden doğan açığın kapatılması için elektrik enerjisinin kuzeyden güneye aktarılması gerekiyor. YGH ise henüz projelendirilmiş değil. Gerek fosil yakıtlı santrallere gerekse yeni elektrik ağlarına karşı çevrecilerin direnişlerinin gitgide artma olasılığı da var. Yeni yapılan kömürlü santrallerin yüksek kazanlarında ince çatlaklar belirlendiğinden bunların devreye girmesinde de gecikmeler bekleniyor.

### Baca gazlarıyla çevreye olumsuz etkiler

Bilindiği gibi nükleer santraller normal işletme sırasında bacalarından çevreye çok az miktarda karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) gazı salarken, fosil yakıtlı olanlar çok fazla CO<sub>2</sub> salıyor. CO<sub>2</sub> gibi sera gazlarının iklime olumsuz etkisi biliniyor. Taş kömür yakıtlı bir santralde üretilen elektriğin kWh'i başına 900 gram CO<sub>2</sub>, doğal gazlı olanda ise bunun yarısı kadar CO<sub>2</sub> havaya salınıyor. Almanya'da toplam salınan CO<sub>2</sub> miktarı yılda 700 milyon ton. Tüm nükleer santrallerin şebekeye verebileceği 140 TWh'lık enerji, fosil yakıtlı olan santrallerden elde edilecek olursa CO<sub>2</sub> miktarı %20 kadar artacak.

Kömür yakıtlı 800 MW'lık bir santral çevreye yılda 5 milyon ton kadar CO<sub>2</sub> salıyor. Bu kadar çok CO<sub>2</sub>, santralde kullanılan aşırı miktardaki kömürden kaynaklanıyor. Linyit yakıtlı bir santralde önceden öğütülüp toz haline getirilmiş olan kömür (saniyede ortalama 250 kg'lık

miktarda) fırına püskürtülüp yakılarak elde edilen ısı enerjisiyle su, buhara çevrilip türbinlere iletiliyor. Bu, dakikada 15 ton, saatte 900 ton, günde 21.600 ton ve 300 günde 6,5 milyon ton linyit kullanımı demek. Linyit kömürlü büyük bir elektrik santralının 1 dakikada kullandığı kömür miktarı neredeyse 10 ailenin evlerini ısıtmak için 1 yılda kullandığı kömür miktarına eşdeğer.

Fosil yakıtlı santrallerde bacadan salınan CO<sub>2</sub>'den başka, dumandaki kükürt dioksit, azot oksit gibi çeşitli zararlı kimyasal maddelerin yanı sıra, kurum ve külde bulunan ağır doğal radyoaktif maddeler de çevre ve sağlık için büyük sorunlar oluşturuyor (periyodik cetvelde kütle numaraları büyük elementlerin radyoizotopları). Taşkömürü ve linyit kömürünün bileşiminde, az miktarda da olsa, uranyum 238 ve toryum 232'den türeyen radyum 226, polonyum 210 ve kurşun 210 ve ayrıca potasyum 40 gibi doğal radyoaktif maddeler, kömürün cinsine göre, daha az ya da daha çok var. Vücutta kemiklerde, başka organlarda uzun süre biriken ve insanı içten ısıtılan bu gibi ağır radyoizotoplardan yayınlanan ışınlar nükleer santrallerden çevreye salınmıyor. Nükleer santrallerden çevreye, uranyum 235'in bölünmesiyle ortaya çıkan çok daha hafif bölünme (filyon) ürünleri filtrelendikten sonra çok az miktarlarda salınıyor. Öte yandan bazı kömürlü santrallerden filtrasyona rağmen çevreye atılan küllerin içindeki uranyum derişiminin, uranyumun elde edildiğı madenlerdeki derişimden daha büyük olduğı ve küllerden uranyum elde edilmesi seçeneğı düşünülüyor.

Taşkömür yakıtlı büyük (800 MW kadar) bir elektrik santralının bacasından çeşitli eleme (filtrasyon) tekniklerine rağmen, çevreye yılda 500 kg kadmiyum, 500 kg talyum, 600 kg cıva, 1000 kg arsenik, 2000 kg nikel, 6000 kg kurşun ve 400 ton toz, 4000 ton kükürt oksit ve 4000 ton azot oksit yayılabiliyor. Bu gibi zehirli ağır metaller, gazlar ve tanecikler insan vücuduna ulaştığında kanser yapabiliyor. Bu gibi zehirli maddeler sonucu her bir kömür santralının, 40 yıllık işletme süresince çevrede yavaş yavaş 1000 kişinin kanserden ölümünden sorumlu olduğunu ileri süren araştırmacılar var. Bu nedenlerle Almanya'da nükleer santrallerin durdurulmasıyla elektrik açığını kapatması düşünülen çok sayıda kömürlü santral yapılmasına da çevredekiler karşı çıkıyor.

### **Almanya'da elektrik enerjisinin iletimiyle ilgili sorunlar**

Nükleer santraller art arda kapatılırken uzak bölgelerden getirilmesi zorunlu olacak elektrik için yeni yüksek gerilim hatları (YGH) yapımı gerekiyor. Almanya'nın güneyine kuzeyden getirilecek elektrik bugün ancak Çek Cumhuriyeti'nin hatları kullanılırsa olası. Öte yandan bugünkü elektrik ağı (şebekesi), yenilenebilir enerjinin üretildiğı noktalardan iletimi için uygun değil. Bu nedenle yeni 3600 km uzunluğunda elektrik ağı yapımı zorunlu. Bunun hem maliyeti çok, hem de çevreciler birçok yerde bunlara da karşı olduğundan sorunlar büyük. Ayrıca güneş enerji panelli yüz binlerce evden ve binlerce rüzgar türbininden elektrik ağlarına bağlanacak kablolarla, bu ağların yeniden yapımı gerekiyor. Elektrik ağına kullanıma göre her an değışen gerekli enerji akımını sağlayabilmek için büyük bilgisayar programlarıyla enerji akımının en elverişli duruma getirilmesi (optime edilmesi) amacıyla yeni tekniklerin denenmesi ve tüm bunların gerçekleştirilebilmesi için büyük yatırımlar gerekiyor (Rüzgar ve güneş enerjisi her saat değışebileceğinden duruma göre eksik enerjinin başka kaynaklardan anında devreye aktarılması nedeniyle).

Yeni enerji hatlarının istenmemesindeki durum rüzgar santralleri (jeneratörleri) için de söz konusu. Almanya'da büyük çoğunluk nükleer enerjiye karşıyken, kimse yanı başında rüzgar santral kuleleri de istemiyor. Hem çevrenin görünümü bozulacak ve hem de gürültü nedenleriyle. Bu da büyük bir sorun.

## Sonuç

Almanya’da nükleer santrallerin 2023 yılına kadar art arda kapatılması planlanırken yukarıda sadece önemlilerini verdiğimiz sorunların ileride nasıl çözümleneceği bilinmiyor. Her ne kadar AB’deki elektrik ağı enerji eksikliği olan ülkeye diğerlerinden aktarmayı olası kılıyorsa da özellikle çok sıcak yaz aylarında bazı elektrik hatlarının artan elektrik enerjisini taşıyamayacağı (Almanya’daki 8 nükleer santralin kapatılması sonucu bunlara bağlı elektrik ağları devre dışı kaldığından) özellikle Almanya’nın güneyine özellikle yaz aylarında elektriğin iletilmesinde büyük sorunlar yaşanacağı bekleniyor. Fukuşima kazasından önce komşularına fazla elektriğini satan Almanya, bu kazadan sonra diğerlerinden bazı aylarda elektrik satın almaya başlamıştır. Üstelik nükleer santrallerden üretilen Fransız, Belçika ve Çek elektriği de AB şebekesinde zaten var. Bu ve diğer nedenlerle komşuları Almanya’yı, nükleer enerjiden çıkmakta acele ettiği için eleştiriyor. Almanya’da yukarıda özetle verdiğimiz sorunların nasıl çözülebileceği ancak önümüzdeki yıllarda görülebilecek.

## Dipnotlar

- 1) 1kWh, örneğin 100 Watt’lık bir ampulün 10 saat yanmasıyla tükettiği enerji. Bu örnekten giderek 100 Watt’lık 1 milyon ampulü 10 saat yakabilmek için 1 milyon kWh’lık ya da 1 GWh’lık enerji gerekiyor.
- 2) Üretilen ‘brüt’ enerjiden, santrallerin ve pompaların çalışırken kullandıkları enerji ile elektrik ağındaki (şebekede) kayıplarının düşülmesiyle ‘net enerjinin’ bulunması gerekiyor ki bu her yıl değişiyor.
- 3) Su pompalama: Elektriğin bol ve ucuz olduğu saatlerde alçak bir göletten/havuzdan yüksek bir yerdeki havuza suyun pompalanarak, elektriğe çok gereksinim olduğunda yüksekteki havuzdan suyun salınarak türbinlerin çalıştırılmasıyla elektrik üretimi (kazanılan potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştürülmesi yoluyla).

## Kaynaklar

- 1) BDEW Bundesverband der Energie-und Wasserwirtschaft eV. Juli 2012,
- 2) EPIA (European Photovoltaic Industry Association, <http://www.epia.org/>),
- 3) Güneş Enerjisinden Elektrik Üretimi: Fotovoltaik Dönüşüm, Prof.Dr.Metin Çolak, TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisi, Mayıs 2008,
- 4) DSI 2009 ,2010 ve 2012 Çalışma Raporları:[www.dsi.gov.tr](http://www.dsi.gov.tr),
- 5) World Energy Outlook 2011 ve solar energy perspectives 2011 raporları, IEA
- 6) Wind in Power 2011 European Statistics, EWEA
- 7) Rüzgar Enerjisi Potansiyeli Atlası (REPA)
- 8) Türkiye Rüzgar Enerjisi Birliği raporları
- 9) 19.10.2012 günü Cumhuriyet Bilim Teknik dergisi ,Atakan,Y.

10) [www.leopoldina.org](http://www.leopoldina.org)

11) [www.wwindea.org](http://www.wwindea.org) World Wind Energy half year 2013 report

[www.yukselatakan.com.tr](http://www.yukselatakan.com.tr)