

Güneş ve Rüzgar Enerjilerinden Elektrik Elde Etmenin Sevimsiz Yüzü

Yüksel Atakan, Dr.Y.Müh., Almanya, ybatakan4@gmail.com

Özet

Enerji krizindeki tüm Dünya'nın umudu, Güneş ve Rüzgar'da ama üstüste bulunduğu 8800 metre'lik Everest dağının yükseliğini kat kat aşacak bozuk panelleri ve dev sorunları 2030 dan başlayarak gelecek kuşaklara bırakacağımızı gelişmiş ülkelerin politikacıları bile öngöremiyorlar ya da gözardı ediyorlar. Milyonlarca bozuk panelin geri dönüşümlerinin içerisindeki değerli maddelerin ayrıştırılarak modern tekniklerle yapılabilmesi, çöpe atılıp yenilerinin kullanılmasından çok daha pahalı olduğundan, bunlar içerisindeki bu zehirli maddelerle birlikte özellikle az gelişmiş ülkelerde doğrudan çöpe gidecek.. Bedava sandığımız güneş ve rüzgardan elektrik üretimini artıralım ama bunları, bozulduklarında ya da kullanımları sonunda ne yapacağımızı da planlayarak artıralım.

Herşeyden önce aşırı elektrik artımının ana nedenin kendimiz olduğunu, aşırı nüfus artımının, konforlu ve savurgan yaşamımızın buna neden olduğunu görmeli ve kendimize çeki düzen vermeliyiz ama kimse yaşam tarzını değiştirmek ister mi? Bunun yanı sıra ülkelerin politikalarının da bu yönde değiştirilmesi gerekir..Endüstri ise ürettiği herşeyin daha çok satılması için bir kaldıraç! Toplum yarattı ve bundan vaz geçeceği beklenmez. Güneş ve rüzgardan elektrik üretmenin bedava olmadığını ve sorunları farkedelim, uzmanların yazılarını, önerilerini okuyalım, gerçekleri görelim, ezberimizi bozalım, kısacası uyanalım..

Güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde etmek sorunsuz mu?

Sadece sokaktaki herhangi bir kişi değil, okumuşlar, hatta Dünya'daki sorumlu politikacılar bile Güneşten elektrik elde etmenin olumsuz yanlarını ya bilmiyorlar ya da hafife alıyorlar. Bunu, hiçbir politikacının ağzından: - **20-25 yıl içinde, her yıl, milyonlarca panel bozularak hurdaya çıktığında bunları, olumsuz hava koşullarına karşı korunmalı depolarda saklayıp, sonra da bunların içerisindeki kurşun, gümüş, antimon, kadmiyum gibi değerli ama doğa ve insan için zararlı maddelerin geri dönüşümlerini tam olarak yapacağız'** gibi bir söz duymadığımızdan çıkarabiliyoruz.

Güneş enerjisinden elektrik üretimi yeni değil. Son 30 yıldır Dünya'nın her ülkesinde ve Türkiye'de de geri dönüşümleri yapılmadan/yapılmadan dağlarca hurda panelin, çöplüklerde yattığını ve bunlardan sızan zararlı/zehirli maddelerin toprağa ve zamanla sofralarımıza geleceğini kestirebiliriz. Okumuş herkesin anlayabileceği dört işlemlerle bir hesapla Dünya'daki durumu kısaca göstereyim:

2022 yılında Dünya Güneş Enerjisi kapasitesi ya da Kurulu Gücü: 1.1 TW oldu (TeraWatt olarak güç: 1'den sonra 12 sıfırlı Watt). Güneş'ten elektrik elde etmek için bu kadar fazla kurulu güç kuşkusuz hepimizi sevindirir! Şimdi bu büyük kurulu gücün nasıl oluştuğuna bir bakalım: Bu Kurulu Gücün ortalama 300 Watt'lık panellerden oluştuğunu varsayalım. 1.1 TW Kurulu Güç için bu panellerden 1.1.000.000.000.000 W/ 300W=3,6 Milyar panel ile bu kurulu güç sağlanmış demektir. Bir panel ortalama 20 kg olabilir. Bu ise 72 Milyon Ton panel demektir. Gözümüzde canlandırmak için bunları 24 tonluk kamyonlara yükleyip 100 m aralıklı bir konvoy yapılırsa bunun uzunluğu Dünya'yı 5 kez dolaşabilir. Kuşkusuz 72 Milyon ton panelin tümü hep birden bozulup aynı yıl hurdaya çıkmayacak. Kabaca her yıl bunların % 10 kadarı hurdaya çıkarsa, yılda 7,2 Milyon Ton panelin çöplüğe gitmemesi için hazırlık yapmak ve bunların geri dönüşümlerini planlamak gerekir. Bu yapılıyor mu? Gelişmiş ülkelerde bile doğru dürüst bir hazırlık ve planlamaya rastlanmıyor. Uzmanlar milyonlarca bozuk panelin geri dönüşümlerinin içerisindeki değerli maddelerin ayrıştırılarak modern tekniklerle yapılabilmesi, çöpe atılıp yenilerinin

kullanılmasından çok daha pahalı olduğundan, bunlar içlerindeki bu zehirli maddelerle birlikte özellikle az gelişmiş ülkelerde doğrudan çöpe gidecek.

	2022	2050		
Güneş (GigaWatt)	1.1 TW	700 TW		
1 Panel ortalama 300W, 20kg	3,6 milyar panel, 72 Milyon ton Her biri 36 Ton'luk 2 Milyon Kamyon, 100 m aralıkla 200 bin km kamyon, Dünya'yı 5 kez dolanabilir	Soldaki sayılar 700 ile çarpılırsa 2050'de Dünya'yı kaplayacak bozuk panel ve bunların yükleneceği kamyon sayılarının buraya sığdırılabileceği açık		

Giriş

Tüm ülkeler Güneş ve Rüzgar Enerjilerinden elektrik üretimini artırma çabasında. Bu durum özellikle son yıllarda kömür, petrol ve gaz santrallerinden kaynaklanarak daha da fazla 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. Bu durumu özellikle politikacılar halklarına büyük bir övgüyle sunarlar, bunların olumsuz yanlarına ve yakın gelecekteki kuşaklara bırakacağımız dağlarca atık sorunlarının nasıl çözümleneceğine hiç değinmiyorlar. Atıkların geri dönüşümleri tüm ülkelerde, sanki çok kolay ve tümüyle yapılabilir gibi davranılıyor. Gerçekten böyle mi? Uzmanlar bu konuda hiç de olumlu düşünmüyorlar. Geri dönüşüm, genellikle, bunların çöpe atılıp yenileriyle değiştirilmesinden çok daha pahalı olduğundan, bunların büyük bölümünün çöpe atılması ve içlerindeki zehirli kimyasallarla toprağın, suların, hava ve bitki örtüsünün, kısacası doğanın kirlenmesi, ne yazık ki, kaçınılmaz olacak.



Şekil 1: Güneş panellerinin son durağı..

Konuya yabancı olan halk arasında ise Güneş ve Rüzgar'dan elektrik üretimi 'tertemiz ya da sorunsuz' sanılıyor ve neden tüm elektriğin bunlardan üretilmediği sorgulanıyor? Kuşkusuz biz de Güneş ve Rüzgar'dan elektrik üretimindeki sorunlarının azaltılarak ilerideki kuşaklara yeni sorunlar bırakmadan, çoğalmasını isteriz. Ancak bu sorunlar görülüyor mu yoksa gözardı mı ediliyor pek emin değiliz. Biz bu konulardaki bir dizi yazımızda bunları açıklamaya çalıştık/1/. Bu konularda Dünya'daki son durumun önemli noktalarını da bu yazımızda özetleyeceğiz.

Dünya’da 2021’de güneş enerjisinden elektrik üretimi % 23 büyürken, rüzgar enerjisinde büyüme % 14 kadar oldu. Ancak kömür enerjisinden elektrik üretimi de % 9 büyüdü. Yani fosil yakıtların katkısı azalacak yerde, daha da büyüdü. 2021 yılında Dünya toplam elektrik üretimi 27.000 TeraWattSaat (TWh) oldu (*). Bunda, yine fosil yakıtlar % 61 oranla başı çektiler. Düşük karbonlu yakıtlar ise % 35’te kaldılar. 2040 yılında Dünya elektrik gereksiniminin % 30 kadar artacağı ve 35 TWh geçeceği kestiriliyor.

Technology	Mean	Low	High
	tonnes CO ₂ e/GWh		
Lignite	1,054	790	1,372
Coal	888	756	1,310
Oil	733	547	935
Natural Gas	499	362	891
Solar PV	85	13	731
Biomass	45	10	101
Nuclear	29	2	130
Hydroelectric	26	2	237
Wind	26	6	124

Çizelge 1: Çeşitli enerji kaynaklarından elektrik üretilirken, GigaWattSaat (GWh) başına ton olarak havaya salınan CO₂ miktarlarını gösteriliyor. En fazla CO₂ fosil yakıtlardan gelirken, Yenilenebilir Enerjiler (YE) çok daha az CO₂ salıyorlar. Nükleer enerji ise Güneş enerjisinin ancak üçte biri kadar CO₂ salıyor ve bu nedenle son yıllarda AB’de yeşil enerji grubuna katılması bazı ülkelerce öneriliyor.

Dünya’da Yenilenebilir Enerjilerin ilerideki toplam katkısı

2040 yılında Yenilenebilir Enerjilerin (Güneş, Rüzgar, Su/Hidrolik, Jeotermal, Bio ve diğerleri) toplamda bugünkünün % 400’ü kadar büyümeleri hesap edilse bile, bu miktar, dünya enerji gereksiniminin ancak % 14’ünü karşılayabilecek.

Türkiye’de durum

Türkiye’nin Güneş Enerjisi Kurulu Gücü 2023 yılında 11 GigaWatt ‘a yaklaştı. Dünya’daki duruma benzer hesaparsak: 11.000.000.000 Watt/300 Watt=37 milyon panel sonunda hurdaya çıkacak. Her yıl kabaca 3,7 milyon şimdi bile, ne yazık ki çöplüklerdedir. Bilen araştıran var mı acaba? Hiçbir yerde bunlarla ilgili bir yazı görülüyor.

Güneş ve Rüzgar Enerjileri Geleceğimizi kurtaracak mı?

Çok kişi güneş ve rüzgar enerjilerinin bedava ve sonsuz olduğunu düşünüyor. Ancak gerçek öyle değil. Yenilenebilir enerji sistemlerini büyük ölçekte kurmanın ve kullanmanın çok büyük bir bedeli var. Ayrıca mevcut enerji üretim ve dağıtım sistemlerini, bu çok değişik YE modeli ile büyük ölçekte değiştirmenin de çok masraflı olduğu ve hiç de kolay olmadığı da bilinmiyor.

Bir örnek verilirse, dünya sıcaklığını 1,5 C derece aşmamak için pek de önemli olmayan bir bileşen olan, elektroliz kapasitesini güneş ve rüzgar enerjileriyle, yeşil hidrojen elde etmek için kullanırken, bugün 300 MW’dan 5 000 GW kapasiteye yükseltmek zorunda olacak. Bunu sağlamak için ise çok büyük yatırımlar gerekecek. AB yeşil hidrojen üretimi için şimdiden 150 milyar Euro yatırım yapmaya Afrika’da başladı bile. Öte yandan güneş ve rüzgar enerjileri artırılırken arazi kullanımının da 8-10 kat artacağı ve tarım alanlarının daralacağı da hesaplanması gerekiyor.

Yakın gelecekte karşılaşılabilecek önemli sorunlardan bazıları özetle:

Gerek iklimi ortamı CO₂ salan yakıtlardan korumak, gerekse Rusya'ya bağımlılığı azaltmak için tüm Dünya ülkeleri Güneş ve Rüzgar enerjilerine yatırımlarına hız verirken, yakın bir gelecekte bu yolla milyonlarca ton ek atık üretileceğinin bilincinde değil ya da bu, gözardı ediliyor.

Örnek olarak bir rüzgar türbini (çelik kulesinden, 50 m uzunluktaki pervanesine kadar dönüşümle tekrar geri kazanılabiliyor ama bunların çoğunun, çok daha ucuza geldiğinden çöpe gideceği hesaplanmalı. Sadece rüzgar türbinlerinden Dünya'da ortaya çıkacak bu atıkların 2050 yılında toplam olarak 43 milyon ton (20 tonluk 2.150.000 adet kamyon yükü) olacağı kestiriliyor /Univ.Cambridge Araştırma sonucu/. Gözümüzde canlandırabilmek için: Bu kamyonlardan 100 m aralıklarla bir konvoy oluşturulacak olursa, konvoyun uzunluğu, dünyanın çevresini 5 kez dolaşabilir.

Bir araştırmaya göre ABD'de 2050 yılında 235 000 adet rüzgar türbini pervanesinin hurdaya çıkacağı hesaplanıyor. Bui se 2,2 milyon ton ağırlık ve 61 000 adet traktörün çekicisini dolduracak bir yük demektir /8/.

Güneş panelleri de 20-25 yıl kullanıldıktan sonra ya da çok daha önce bozulduklarında, bunların % 90 kadarı, geri dönüşüme göre çok daha ucuz olduğundan, çöpe gidecek. Bugüne kadar güneş panellerinin verimlerinin artımıyla ilgili bir çok bilimsel araştırma ve geliştirme yapılmasına karşın, bunların kullanımları sonunda çok daha verimli ve ucuza geri dönüşümlerinin yapılmasıyla ilgili teknolojide pek fazla bir şey yapılmadığını uzmanlar açıklıyorlar.

2050 yılında 10 milyara çıkacak Dünya nüfusu, bunun için gerekecek enerji gereksinimi gözönüne alındığında iklimi koruyabilmek için 75 Terawatt'tan fazla güneş enerjisi kapasitesi (gücü) gerekeceği kestiriliyor. Bu ise ileride (20-25 yıl kullanımdan sonra, ortalama her biri 500 Watt'lık epey büyük panellerden 150 milyar adet ya da her biri 20 kg'dan) 6 milyar ton güneş paneli atığı demektir. Gözümüzde canlandırmak için 150 milyar panelin herbirinin yüksekliği en azından 10 cm=0,1m ise bunlar üstüste konursa 150 milyar adet x 0,1m=15 milyar metre ya da 15 milyon km eder. Bu ise 8,849m olan Everest dağının 1700 katı olan bir yüksekliktir. Tüm Dünya'da az gelişmiş ülkeler çoğunlukta. Bu nedenle bu atıkların çoğu geri kazanılamayacak yıllar boyunca bölüm bölüm bunlar çöpe gidecek, hem değerli maddeler, malzemeler yok olacak, hem de zehirli maddelerle doğa daha da kirlenecek. Ancak bunlar dile getirilmiyor, gözardı ediliyor. Sonraki kuşaklar bunlarla yaşayacaklar ve ne yapacaklarını bilemeyecekler..

Güneş panellerinin zamanla bozulmaları

Güneş panelleri, 20 -25 yıllık normal yaşamlarından çok önce de bozulup çöpe gidebiliyor. Bununla ilgili Çizelge 1' bkz.

1,5 C derece ortalama Dünya sıcaklığını aşmama, iklimi koruma senaryosunu temel alan bilimsel araştırmaları yapan IRENA ve NREL şirket ve laboratuvarlarına göre, güneş panellerinden malzemeleri geri kazanabilmek için harcanması gereken paranın 2040 yılında 4 milyar dolar ve 2050 yılında da 8,8 milyar dolar olabileceği hesaplanıyor. Özellikle gümüş, bakır ve alüminyum en önemli geri kazanılacak malzemeler olacak. Bunların yanı sıra kurşun, kadmiyum ve antimon gibi doğa ve insan için zararlı/zehirli maddeler de var.

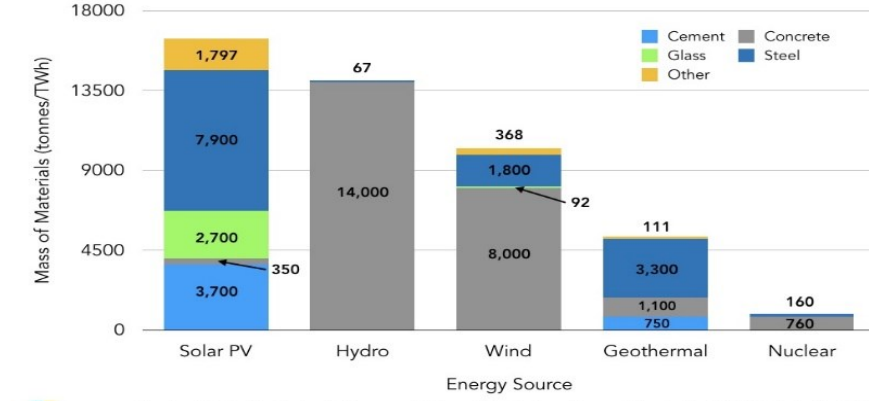
Güneş ve Rüzgar Enerjilerinden elektrik üretmenin sorunlu yanları neler?

1. Bu enerji kaynaklarından kömür ve nükleer santrallerindekine benzer şekilde büyük ölçekte elektrik üretebilmek için binlerce panel, rüzgar kulesi ve 50 m enindeki pervaneleri, önce çok fazla malzeme ve enerji harcayarak üretmek gerekiyor (Örneğin 1000 MW'lık Konya

Karapınar güneş tarlasında bir kaç milyon panel bulunduğu kestirilebilir). Bir güneş paneli üretildiği kadar enerjiyi ancak 3 yıl çalıştığında, geri kazanabiliyor.

2. Çeşitli enerji kaynaklarına göre elektrik santralleri karşılaştırıldığında, ürettikleri elektrik enerjisi başına, en fazla malzeme Güneş'ten elektrik üretirken gerekiyor (Bkz Şekil)

Materials throughput by type of energy source

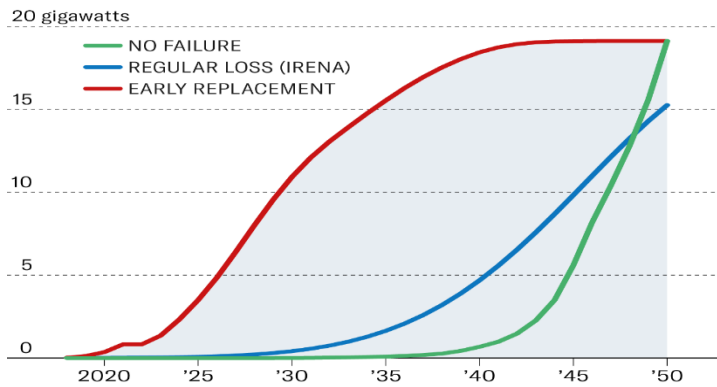


"Quadrennial Technology Review: An Assessment of Energy Technologies and Research Opportunities," Table 10, September 2015, United States Department of Energy. Nuclear and hydro require 10 tonnes/TWh and 1 tonne/TWh of other materials, respectively, but are unable to be labeled on the graph.

3. Güneş tarlaları için çok fazla arazi gerekiyor, tarım arazilerini daraltıyor. Bu şekilde doğal araziye bozmayan bir güneş çiftliği görülüyor.
4. Güneş tarlalarındaki paneller zamanla kirlendiğinden verimleri düşüyor ve yüzbinlerce panelin temizlenmeleri için çok su ve elektrik gerekiyor.
5. Panellerin % 3 kadarı daha yerine konarken yolda ya da arazide kazaya uğruyor, bozuluyor, başkalarıyla değiştiriliyor. Her yıl % 5-10 arasında verimsizlikten ya da başka nedenlerle değiştirilmeleri gerekebiliyor (Bkz Şekil)

Güneş panellerinin zamanla değiştirilmesi ya da atığa çıkmaları eğrileri

Yapılan bilimsel araştırmalar güneş panelleri atıklarının beklenenden çok daha hızlı birikeceği yönünde. Yeşil eğri 30 yıl boyunca hatasız çalışan panellerin daha sonra eskimelerini, mavi eğri ise Uluslararası YE Ajansı (IRENA)'nın kestirimini gösteriyor. Kırmızı eğri ise beklenenden çok daha önce panellerin bir çoğunun değiştirilmesi gerekeceği modelini hesaba katıyor/7/.



Source: International Renewable Energy Agency, Electricity Data Browser, Global Solar Atlas



Sonuç

Dünya’da gitgide artan nüfus (2050 yılında 9-10 milyar), konforlu yaşam ve savurganlık, daha fazla elektrik üretiminin kaynağı olurken, Rusya / Ukrayna savaşıyla başlayan enerji krizi de sürüyor. İklimin fosil yakıtlı (kömür, doğal gaz, petrol) elektrik santrallerinden salınan CO₂ ve diğer sera gazlarıyla daha da bozulması ise kaçınılmaz görünüyor.

Her ülke rüzgar ve güneşten elektrik üretimini artırırken ileride bunların gerek çalışmaları sırasında, gerekse ileride bozulacaklarını ya da hasara uğrayacaklarını hesaplayarak planlar yapmalı, ilerideki kuşaklara bırakılacak dağlarca atığın sonunu düşünmeli, doğayı ve havayı zehirli maddelerle kirletmemeli

Birimler

(*) **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 WattSaat (1 Wh) = Güç (Watt) x Saat (h).

1 kWh = 1000 Wh, 1 MWh= 1 Milyon Wh, 1 GWh= 1 Milyar Wh, 1 TWh= 1 Trilyon Wh= 1 Milyar kWh

Örneğin 1 milyar 100 Watt’lık ampulü 10 saat yakabilmek için 1 milyar kWh’lık enerji gerekecek.

Kaynaklar

/1/ HBT’nin Ocak-Mart 2020 , 198, 205, 206, 207, 208 sayılarında yayınlanan güneş enerjisiyle ilgili diğer yazılarımız

/2/ www.radyasyonyatakan.com, 2 ve 3. Bölüm Enerji Sorunları / Güneş enerjisiyle ilgili bir dizi yazı

/3/ **Source:** U.S. Energy Information Administration (eia), *International Energy Statistics* December 23, 2015 to enhance description of capacity factors.

/4/ <https://www.forbes.com/sites/michaelshellenberger/2018/05/23/if-solar-panels-are-so-clean-why-do-they-produce-so-much-toxic-waste/#1a90b1c8121c>

/5/ <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>

/6/ Recycling ‘end-of-life’ solar panels, wind turbines, is about to be climate tech’s big waste business Published Sat, May 13 20239:30 AM EDT Updated Mon, May 15 20239:49 AM EDT

/7/ <https://hbr.org/2021/06/the-dark-side-of-solar-power> Atalay Atasü, Serasu Duran,

/8/ https://www.osti.gov/biblio/1785329_ABD_NREL_2021