

Glasgow iklim kararlarına rağmen, bilimsel araştırmalar 2050 yılında bile Dünya’da Fosil Yakıtlarla Elektrik Üretiminin ve havaya CO₂ salınmasının süreceğini gösteriyor!

Aşırı nüfus artımı, konfor ve savurganlık, aşırı enerji tüketimiyle ve CO₂ artımıyla sonuçlanıyor

Dünya’daki durum

Tüm dünyada bir yandan aşırı nüfus artımı (bugün 7,9 milyar, 2050’de 10 milyar kişi), öte yandan gitgide artan konforlu ve savurgan yaşam için gereken elektriği karşılayabilmek amacıyla, tüm kaynaklardan elektrik üretimi gitgide artıyor (Dünya’da 2020’de yaklaşık 26 Trilyon kWh olan elektrik üretiminin, 2050’e % 43 artarak 44 Trilyon kWh’a ulaşması bekleniyor (*): Şekil 1). Elektrik üretimindeki bu enerji artımı, benzer şekilde primer enerjilerin kullanımında (endüstride, evleri ısıtmada ve trafikte) bugünkü gibi sürerse, havaya salınan CO₂ ve metan gibi diğer sera gazlarıyla dünyanın ortalama sıcaklığının ileride (2050 yılı ve sonrasında) 2° C’yi aşacağı ve gelecek kuşakların dünyayı yaşanamaz bir yer olarak bulacakları kesinleşiyor. Böyle bir durumun ortaya çıkmasını önlemek amacıyla, son 20 yıldır gitgide artırılan Yenilenebilir Enerjilerin (YE) tüm dünyada daha da artırılması ve kömürlü santrallerin kapatılması için ülkelerin planlar yapmasının gerektiği, son Glasgow (Kasım 2021) İklim Toplantılarında tartışıldı. Dünyanın ortalama sıcaklığındaki artımın 1,5 derecenin altına kalması planlarının da yapıldığı biliniyor.

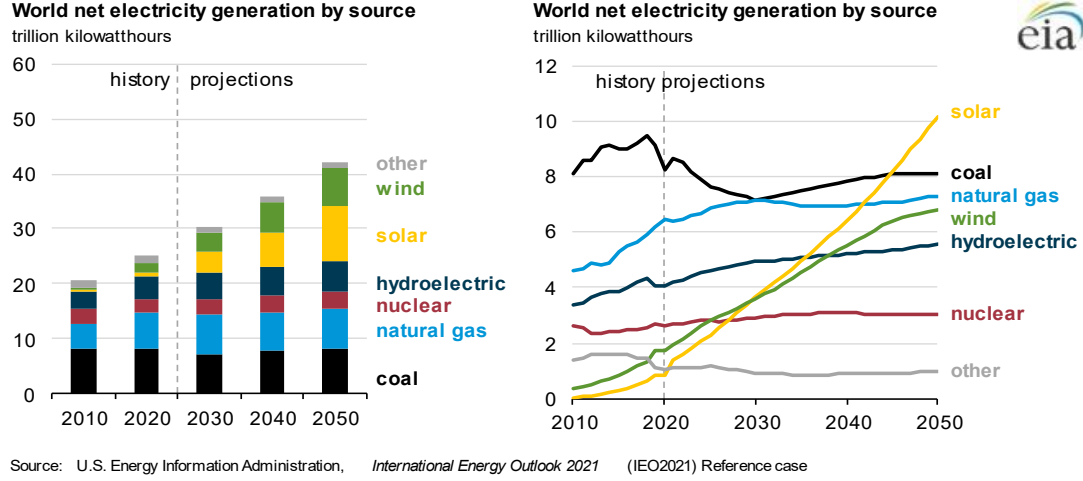
Bazı ülkeler ve otomobil şirketleri (örneğin Mercedes) 2040 yılına kadar elektrikli otomobillere geçmeyi planladıklarını açıkladılar. Bunların elektriğinin de YE’den sağlanacağı öngörülüyor. YE’ler yetecek mi? sorusu ise yanıtsız kalıyor. Bu toplantılardan medyaya aktarılan bildirilerde, aşırı nüfus artımının, konforlu ve savurgan yaşamın frenlenmesiyle ilgili önlemlerin alınması gerektiği ise izleyebildiğimiz kadarıyla, yer almıyor. Halbuki bunlar, enerji tüketiminin ve CO₂ artımının ana nedenleri!

Öte yandan Uluslararası Enerji Kurumu’nda (EIA ya da IEA /1/) ileriye dönük yapılan bilimsel araştırmalar, artan dünya elektrik üretiminde, YE’lerin payı her geçen yıl artmasına rağmen, 2050 yılında bile, artan enerji tüketimi sonucu, havaya salınan CO₂ azalmıyor, hatta az da olsa artıyor (Bkz. EIA-Şekiller 1 ve 2). Bu nedenle yapılan bilimsel araştırmalar, gelecekte CO₂ ve diğer sera gazlarının sınırlanamayacağını ve ‘Nötral İklim’ hedefine, varılamayacağını gösteriyor. Kaldı ki ileriye dönük bu kestirimler oldukça iyimser senaryolara dayanmakta olup, dünya’da sayıları 200’e varan ülkeler içinde bunların ne ölçüde uygulanabileceği ya da ülkelerin iklim toplantılarında fosil yakıtları azaltmaları doğrultusunda attıkları imzalara ne derece sadık kalacakları bilinmiyor. IEA, ilgili raporunun ön sözünde, dünya’da YE’lerle ilgili projelerin ağır ilerlediği, havaya 2021 yılında aşırı salınan CO₂ miktarının hatta bugüne kadar salınan miktarın çok üstünde olduğu vurgulanıyor.

Not: Elektrik üretiminde kullanılan enerji kaynaklarına göre, özellikle Yenilenebilir Enerjiler’deki büyük artımla ilgili, Dünya’daki, Almanya ve Türkiye’deki gelişmeler, daha önceki yazılarımızda ayrıntılarıyla bulunuyor (Karşılaştırmak için: Bkz. /2,3/).

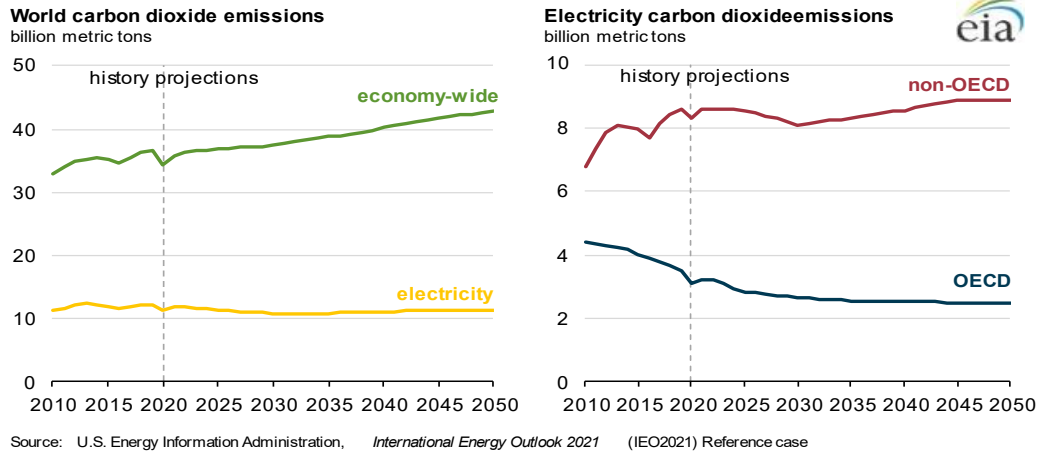
Şekil 1: Enerji kaynaklarına göre dünya elektrik üretiminde beklenen artım: (Trilyon kWh)
Soldaki şekilden görüldüğü gibi YE'lerin payı 2050'ye doğru çok artmasına rağmen, kömür ve doğalgazın payları azalmıyor (Şekildeki sütunların siyah ve mavi bölümlerindeki gelişmelere bkz.)

Figure 27

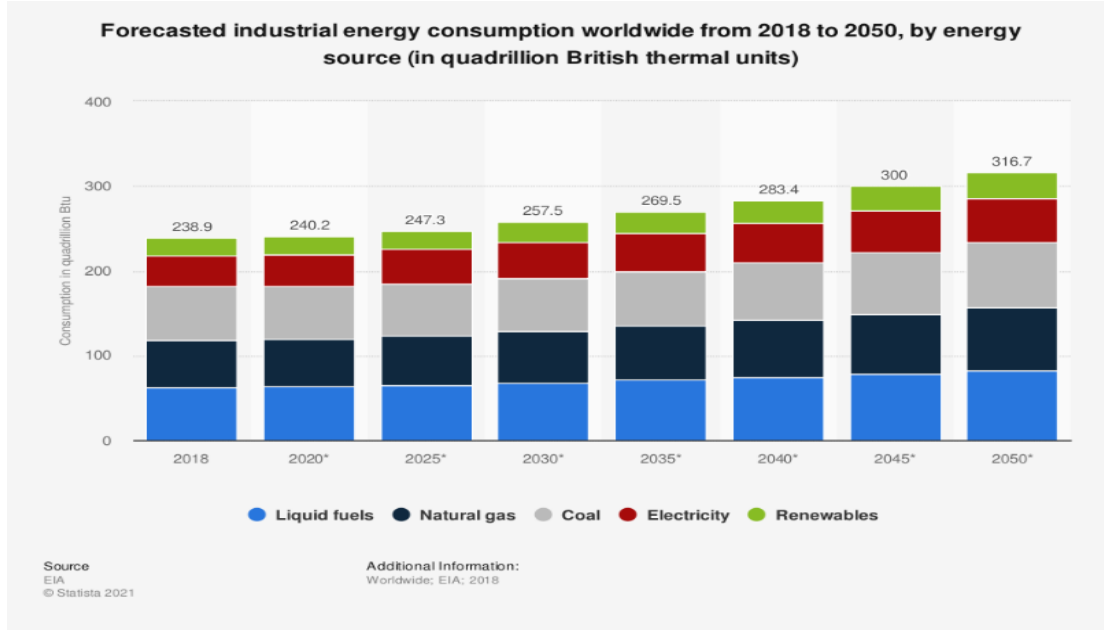


Şekil 2: Soldaki şekil tüm kaynakların katkılarıyla havaya salınan CO₂ miktarlarındaki artımları, sağdaki şekil ise sadece elektrik üretimi sonucu havaya salınan CO₂ miktarlardaki artımları gösteriyor.

Figure 30



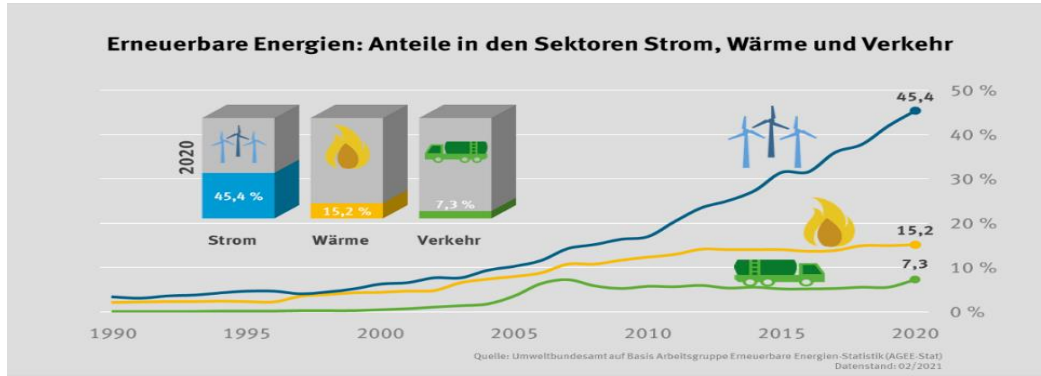
Şekil 3: Dünya’da endüstrinin kullandığı enerji kaynaklarındaki yıllara göre gelişmelere bakıldığında, Yenilenebilir enerjiler (Renewables, yeşil) endüstride çok az kullanılabiliyor (EIA).



Almanya’da durum

Almanya’da, güneş ve rüzgar enerjilerinin özellikle son 10 yıldır büyük ölçüde arttığı biliniyor, bununla ilgili gelişmeler daha önceki yazılarımızda bulunuyor /3/.

Şekil 4: Almanya’da YE’lerin ilgili sektörlerdeki payları, bunlardaki yıllara göre gelişmeler (Elektrik, ısı enerjisi ve trafik/araçlar olarak) görülüyor.

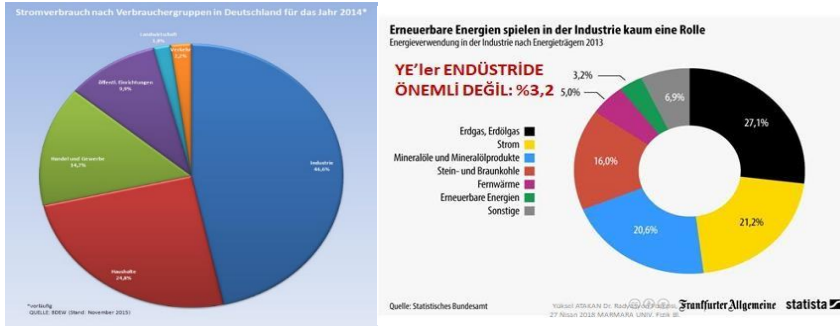


2020 yılında YE’lerin elektrik üretimindeki payı % 45, bunların ısı enerjisi ve trafikte (araçlarda) kullanılmasının payları ise sırasıyla % 15 ve % 7 kadar olmuştur.

Endüstrinin kullandığı enerji kaynaklarıyla bunların payları Şekil 3 ve 4 de bulunuyor.

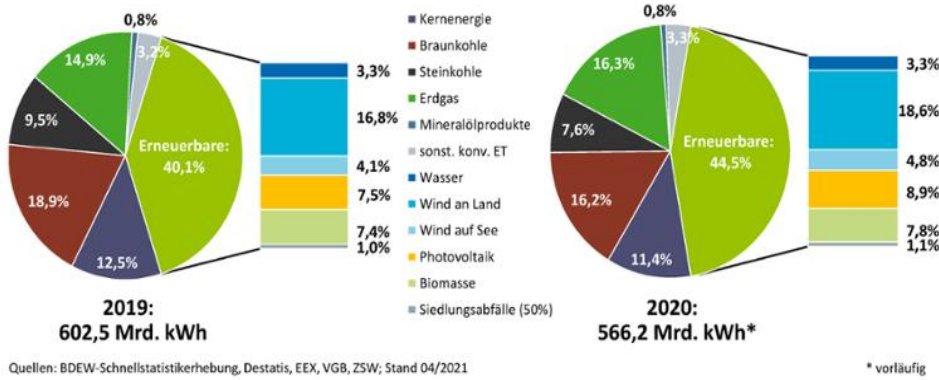
Görüldüğü gibi endüstri, YE’leri çok az kullanabiliyor.

Şekil 5: Almanya’da 2014 yılında kullanılan elektrik enerjisinin sektörlere göre dağılımı görülüyor (En büyük pay % 46 ile endüstride), Şekil 4b: Yenilenebilir enerjilerin ise endüstrideki payı sadece % 3,2.



Şekil 6: Almanya’da 2019 ve 2020 yıllarında üretilen brüt elektrik enerjisinin çeşitli kaynaklara göre yüzde olarak payları gösteriliyor. Görüldüğü gibi toplam elektrik üretimi 2020 yılında (Corona kapanma yılı) bir miktar düşmüştür. 2021’de, YE’lerin toplamdaki payı % 45’e yükselmiştir.

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern in Deutschland Vorjahresvergleich



Almanya, 2020 yılında, büyük bölümü CO₂’den oluşan 739 milyon ton sera gazını havaya saldı (Kişi başı ortalama olarak 8 ton kadar). Bu değer, önceki yıllara göre gitgide artan YE’lerin kullanımı sonucu, epey azdır.

Not: Gelecek yıl tüm nükleer santralleri kapatacak olan Almanya, 2035’de de kömür santrallerini kapatmayı planlamıştır. CO₂ vergisinin ton başına 50 ile 100 € olması nedeniyle ve 1000 MWe kurulu güçlü bir kömür santralinin yılda 800 milyon ton CO₂ salabileceğini de göz önüne alan, santralleri işleten şirketler (ödenek toplam vergiyi çok buldukları için) santralleri önceden 2030 yılında kapatabileceklerini açıklamışlardır. İleride YE’ler daha da arttırılsa bile, bunlar kömür ve nükleer enerjilerle üretilen elektrik miktarı açığını karşılayamayacaklarından, Almanya’nın AB şebekesinden elektrik satın alacağı beklenir. Alınacak elektrik miktarının büyük bölümü ise yine Fransa gibi komşularında üretilen nükleer enerji kaynaklı olacak.

Türkiye’de durum

Daha önceki bir dizi yazımızda Türkiye’de elektrik enerjisi üretimini ilerdeki beklentileri açıklamıştık (Bkz /3/. Bunları aşağıda kısaca güncelleyeceğiz.

Çizelge 1: Türkiye’de 2019 ve 2020 yıllarında üretilen elektrik miktarlarını gösteriyor.

Türkiye’de Elektrik üretimi (TWh) : Yıllık Elektrik Üretiminin Kaynaklara Dağılımı (Enerji Atlası)

Kaynak	2019 Üretimi (TWh)	2020 Üretimi (TWh)	Değişim (%)	2020 Oran (%)
Hidroelektrik	88,9	77,9	-12,4	25,8
Doğalgaz	56,5	68,0	20,4	22,5
İthal Kömür	60,4	62,5	3,5	20,7
Taş Kömürü, Linyit ve Asfaltit	52,7	43,8	-16,9	14,5
Rüzgar	21,7	24,6	13,4	8,1
Güneş	9,6	11,2	16,7	3,7
Jeotermal	8,9	9,3	4,5	3,1
Biyogaz	4,5	4,3	-4,4	1,4
Fuel-Oil ve Motorin	0,7	0,3	-57,1	0,1
Toplam	303,9	301,9	-2,0	100

Türkiye’de 2019 yılında havaya salınan sera gazları miktarı 506 milyon ton olmuştur. Bu, ortalama olarak kişi başına 6,1 ton kadardır (TUIK verileri).

Türkiye’nin ileriye dönük üreteceği elektrik miktarları içinde YE’lerin payı ne kadar artırılabilir? sorusuna yanıt verebilmek için, örnek olarak daha önce Güneş Enerjisiyle elektrik üretiminin 2030 yılındaki payını incelemiştik. Ayrıca havaya CO₂ salmayan Nükleer Enerji’nin 2030 yılında, toplam elektrik üretimindeki payının ne kadar olabileceğini de hesaplamıştık (Bunlarla ilgili açıklamalar ilgili yazı ve sunumlarımızda bulunuyor (Bkz /2, 3, 4/).

Elektrik üretiminde farklı enerji kaynaklarının karşılaştırılması

Konuya yabancı olanlar, örneğin **1000 MWe kurulu gücünde**, farklı enerji kaynaklarıyla çalışan elektrik santrallerinin, yıl boyunca üretecekleri elektrik miktarlarını göz önüne almadan ya da bunları hesaplarla karşılaştırmadan, bunlar, sanki yıl boyunca aynı elektrik miktarını üreteceklermiş gibi düşünebilirler. Elektrik üretiminde bir santralin en çok üretebileceği elektriğin bir ölçütü olan ve **„MW’ birimiyle gösterilen kurulu güç** önemli olmakla birlikte, çok daha önemlisi ilgili elektrik santralinin **yıl boyunca üretebileceği elektrik miktarı olan MWh’tır**.

Örneğin, 1000 MWe kurulu güçteki bir güneş santralinin yıl boyunca üretebileceği elektrik miktarıyla, aynı kurulu güçteki bir kömür ya da doğalgaz ya da nükleer santralin yıl boyunca üretebilecekleri elektrik miktarlarını karşılaştırarak farklılığı göstereceğiz. Güneş enerjisinden üretilen elektriğin yıl boyunca **ortalama verimi (kapasite faktörü)** örneğin Almanya’da % 11 iken daha çok güneşli ülkemizde bu, ortalama % 18 kadardır.

Karşılaştırmamızda ayrıca güneş santralinin **300 MW / 900 MWh’lık bir güneş batarya tarlasıyla** donanımlı olduğunu var sayacağız. Bu demektir ki maksimum 300 MW kurulu gücündeki bataryalar her gün dolduktan sonra, örneğin geceleri 3 saat boyunca yakındaki bir kente elektrik vermeyi sürdürüyorlar. Hesap sonuçları Çizelge 2’de bulunuyor.

Çizelge 2: Farklı kaynaklardan yıl boyunca üretilen elektrik miktarlarının karşılaştırılması

ENERJİ KAYNAĞI	KURULU GÜÇ (MW)	SANTRALİN YILDA ÇALIŞMA SÜRESİ (h)	YILDA ÜRETİLEN ORTALAMA ELEKTRİK (MWh)	Toplam üretilen elektrik (MWh)	Güneş santraline göre, kaç kat daha çok MWh?
Güneş panelleri tarlası	1000	24 x 365 x 0.18	1.576.000 (1)	Güneş Toplam (1) + (2)	
Güneş batarya tarlası	300	3x365 x 0,80	262.800 (2)	1.838.800	1 x
Kömür, Doğalgaz santrali	1000	24 x 365 x 0.60	5.256.000	5.256.000	2,9 x
Nükleer santral	1000	24 x 365 x 0.80	7.008.000	7.008.000	3,8 x

Çizelge 2’den görüldüğü gibi 1000 MWe kurulu gücündeki (hatta ek olarak güneş batarya tarlasıyla donanımlı) bir güneş tarlası, aynı kurulu güçteki kömür ya da doğalgaz ya da nükleer santralin yıl boyunca üretebilecekleri elektrik miktarının, sırasıyla ancak 1/3, 1/3 ve 1/4 ‘ü kadarını üretebiliyor.

Güneş panelleri tarlalarının 10 yılda üretecekleri enerji

300 MW/ 900 MWh güneş batarya tarlasıyla donanımlı 1000 MW kurulu güçteki bir güneş tarlasından ülkemizde 2031 yılına kadar örneğin 10 adet kurulursa, 10 adet güneş santralinin yılda üretecekleri elektrik enerjisi kabaca:

$10 \times 1.838.800 = 18 \text{ TWh}$ olabilir. Bu ise 10 yıl sonra ülkemizde beklenen 500 TWh toplam elektrik tüketiminin ancak $18 / 500 = \% 3,6$ kadarını karşılayabilir (ileride beklenen elektrik üretimi için Enerji Bakanlığı internet sayfalarına bkz).

Güneş panellerinin adedi ve kaplayacakları alan

1000 MWpeak bir güneş tarlası (santrali) için ortalama 5 milyon güneş paneli gerekecek. Bunlardan 10 adet 10 yılda kurulacak olursa, toplam olarak 50 milyon güneş paneli ve toplam 20.000 Hektar’lık çok sayıda güneş tarlaları gerekecek (toplamı: 28.000 futbol sahası kadar!) /Bkz 4/. Önümüzdeki 10 yılda böyle büyük bir projenin, daha küçük kurulu güçlerle de olsa (100 MW’lık santraller gibi), gerçekleşmesi için ise Enerji Bakanlığı’nın ya da ilgili şirketlerin internet sayfalarında, izleyebildiğimiz kadarıyla, bir proje ya da planlama bulunmuyor. Düşüncemiz, önümüzdeki 10 yılda en çok 2-3 bin MW kurulu güçte güneş panelleri tarlalarının kurulabileceğidir.

Türkiye’de elektrik tüketimine nükleer enerjinin katkısı

Daha önceki yazımızda ve sunumumuzda /4/ ülkemizde 2030 yılına kadar ancak en fazla 4 adet Akkuyu nükleer reaktörlerinin kurulabileceğini / işletilebileceğini öngörmüş ve bu reaktörler tam kapasile ve sorunsuz çalıştırılabilirlerse, nükleer enerjinin, toplam elektrik tüketiminin ancak % 6 kadarını karşılayabileceğini hesaplamıştık (Nükleer santrallerin yapım sürelerinin 10 -20 yıl kadar uzun olmaları ve dövizle finansman sorunu nedenleriyle).

SONUÇLAR

Türkiye’de, 2030 ve sonraki yıllarda da güneş ve nükleer enerjiden elde edilebilecek elektrik enerjilerinin toplamı, gitgide artan elektrik tüketimini karşılamakta toplam olarak ancak % 10 -15 de kalabilecektir. Rüzgar, su ve diğer YE’lerin katkılarına rağmen, fosil ve nükleer enerjilerin ileride % 50 kadar katkıları olmaksızın elektrik tüketiminin karşılanamayacağı kestirilebilir. Bu nedenlerle Türkiye’de 2050’de de büyük oranda doğal gaz ve kömür enerjileriyle elektrik üretiminin sürdürüleceği kestirilebilir.

Dünya’da ve özellikle Türkiye’de gittikçe artan nüfus, aşırı elektrik tüketiminin ana kaynağıdır.

Bir örnek verilirse dünya’da gitgide artan internet kullanımı da yılda 300 nükleer santralin üretebilecekleri kadar elektrik tüketiyor (Bkz /5/).

Öte yandan güneş enerjisinin sorunlu yanları olduğu da göz önüne alınmalıdır. Unutmamalıdır ki bunların kurulmaları sırasında, uygun elektrik ağlarının, yol, su gibi yan projelerinin ve alt yapının da yapılması, lisanslanması ve öngörülen sürede gerçekleştirilmesi gerekiyor. Güneş tarlaları kurulurken çevredeki flora ve faunanın korumasına, panellerdeki zehirli maddelerin çevreye yayılmaması için kaliteli panellerin seçilmesine özen gösterilmesi gerektiğine ve 25 yıl kadar sonra da paneller işlevlerini tamamladıklarında, geri dönüşümlerinin yapılması da planlanmalıdır. Milyonlarca panel için uygun olacak atık depolarının da şimdiden planlanması, üzerinde önemle durulacak bir sorundur (Bunlarla ilgili bir dizi yazımız için Bkz /6,7,8/).

Fosil yakıtlarla elektrik enerjisi üretiminin ve sera gazlarının büyük ölçüde azaltılmasında çözüm, her şeyden önce nüfus planlaması yapılması, konfor ve savurganlığı azaltacak, halkı bu yönde özendirecek önlemlerin alınması beklenir. Umarız uygulanır.

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

.....
(*) 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’dır.

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/ <https://www.iea.org/topics/world-energy-outlook> ve ilgili IEA teknik raporları

/2/ [Güneş, Rüzgar, Nükleer ve Kömürden Enerji / Elektrik Üretiminde Gerçek Sorunlar – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)

/3/ [Rüzgar ve Güneş Enerjilerinden Elektrik Üretiminde Gelişmeler: Almanya ile Türkiye Karşılaştırması – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)

/4/ [Türkiye’de Nükleer ve Güneş Enerjilerinin Elektrik Üretimine Katkıları 2030 Yılında Ne Kadar Olabilir – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)

/5/ [İnternetin Kullandığı Aşırı Elektrik ve Salınan CO2 ! – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)

/6/ [Temiz Güneş Enerjisinin Pek Bilinmeyen Kirliliği – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)

/7/ [Güneş Santrallerinin Sorunlu Yanlarının Giderilebilmesi İçin Neler Yapılabilir? – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)

/8/ [Milyonlarca Güneş Paneli Sonunda Ne Olacak? – Fizik Y. Müh. Dr. Yüksel Atakan \(radyasyonyatakan.com\)](#)