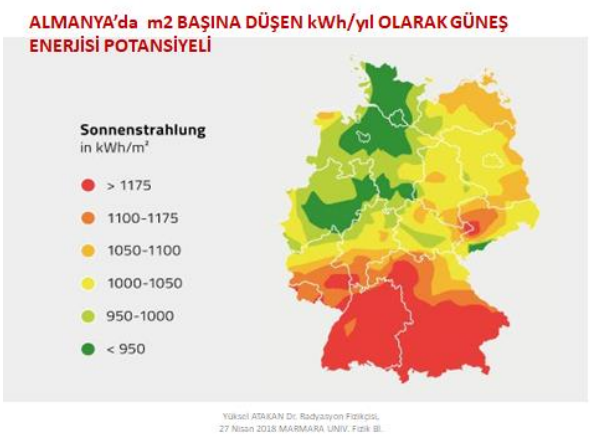
Temiz Güneş Enerjisinin Pek Bilinmeyen Kirli Yanı

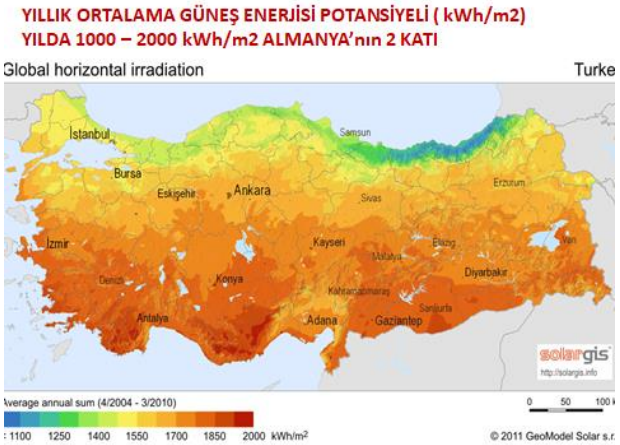
Panellerdeki Kanser Yapan Ağır Metallerin Çevre ve İnsana Etkilerinin Önlenmesiyle ilgili Yapılmakta Olan Bilimsel Çalışmalar

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

Almanya, ABD ve İngiltere üniversitelerinde yapılan bilimsel araştırmalar, güneşten elektrik enerjisi üretilirken, her panelin çevre dostu olmadığını, içinde kanser yapabilen ağır metalleri az ya da olmayanların seçimine özen gösterilmesi gerektiğini gösteriyor. Panellerde kullanılan kristal silikonun içindeki silikon tetra klorürün çok zehirli olduğunu, bitki ve hayvanları öldürdüğünü, insan sağlığını tehdit ettiğini araştırmacılar açıklıyorlar. Temiz enerji olarak bilinen güneş enerjisinin bu kirli yanıyla ilgili yönetmelikler olmadığından özellikle Çin'de güneş panellerinin üretildiği yerlerde, zehirli kimyasalların toprak ve havadaki tanecikleri insanların sağlığını tehdit ettiğini araştırmacılar bildiriyorlar. Kadmiyum telüridli ve kurşunlu güneş panelleri ise başlı başına bir sorun. Bunlar, böbrek ve kemiklerde hasar ve kanser yapabiliyorlar. Panellerdeki kimyasallar, parçalanan, kırılan, eskiyen panellerden 5-6 ay içinde yağmurla yıkanıp çevreye ve insana ulaşabileceği gibi, milyonlarca panel ileride (20 yıl kadar sonra) sökülüp çöpe atıldığında, özellikle çöp ayrımı ve işlemi yapılmayan az gelişmiş ülkelerde büyük sorunlar yaratacağını araştırmacılar vurguluyorlar. Başta kurşun ve kadmiyum olmak üzere panellerideki zehirli ağır metallerin önlenmesi gerektiğine verilen önemi gösteren Stuttgart üniversitesinde 800.000.- Avro devlet desteğiyle, 2014'den beri yapılmakta olan bilimsel bir araştırmayla ABD ve İngiltere'deki başka araştırmaların sonuçları da bu yazıda özetle yer alıyor. Türkiye'de pek bilinmeyen bu konunun ilgililerin dikkatini çekeceğini ve gereken önemin gösterilerek ilgili önlemlerin alınacağını ve yurdumuzun bir de ‚Güneş Panelleri Kimyasalları Çöplüğüne' dönüşmeyeceğini umuyoruz.

Daha önceki yazılarımızda ve seminerlerimizde Almanya ve Türkiye'de elektrik üretiminde güneş enerjisinin önemini ve Türkiye'de de artımı gerektiğini vurgulamış, Türkiye yüzölçümünde metrekareye düşen ortalama kWh (kilowattsaat) güneş enerjisi miktarının yılda Almanya'dakinin iki katı kadar olmasına rağmen, Türkiye'de, Almanya'dakinin sadece 40'da biri kadar (2017 değeri) güneşten elektrik üretilebilindiğini belirtmiştik /1/ (Bkz.Şekiller).

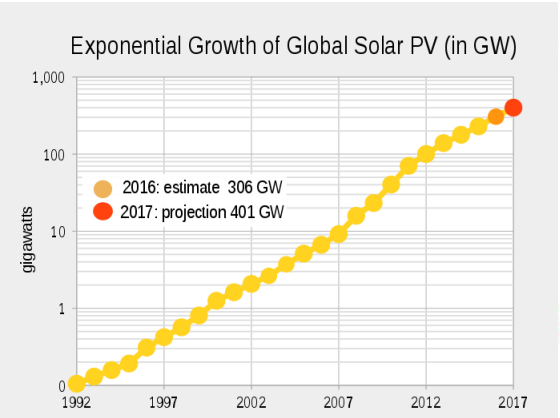




Bugünkü yazımızda, güneş enerjisinden elektrik üretiminin pek bilinmeyen bazı ayrıntılarına girerek, özellikle, milyonlarca metre karelik güneş panelleri 20 yıl kadar sonra sökülüp çöpe atılırlarken, bunların yapısındaki, insana ve doğaya zararlı zehirli kimyasalları ele alacağız.

Güneş ışınlarından elektrik üretiminde dünyada bugünkü durum

2017 yılı sonunda tüm dünyada güneş enerjisi kurulu gücü (kapasitesi) 400 Giga Watt'ı (GW) geçti (Bkz. Grafik). Bu kapasite, ilk bakışta her biri 1000 MegaWatt'lık (MW) 400 adet kömür ya da nükleer santrala eşdeğer görünse de, güneş enerjisinden elektrik üretiminin verimi çok düşük olduğundan (ortalama %10-20), bu kapasiteyle üretilebilecek elektrik (GigaWattSaat) diğer santrallardan çok daha azdır (*).



Grafikte tüm dünyada 1992'den 2017'e kadar güneş enerjisi kurulu gücündeki (GigaWatt) artım görülüyor /2/. Sağda, bir panelin ilerleyen yıllarda artan gücu görülüyor

400 GW'lık dünya toplam kurulu gücünün içinde en büyük pay 131 GW ile Çin'in, sonra ABD 51, Japonya 49, Almanya 42, İtalya 20 GW ile başta yer alıyorlar /2/. Türkiye'nin kurulu gücü 2017de 2,9 GW ile büyük bir artım göstererek toplam 3,4 GW'ı buldu (2015'de toplam sadece 249 MW idi / Birimler için (*).

Elektrik üretiminde fotovoltaik yöntemin önemi her geçen yıl artarken fiyat da düşüyor. 2000 yılından beri dünyada güneş hücrelerinin/panellerinin fiyatı % 90 daha azalarak, her Watt kurulu güç için 50 Cent'e geriledi. Silisyumlu güneş hücreleri, dünya pazarının % 90'nını kapsarken bunların verimi % 21 ile % 26 arasına yükseldi (Verim: Güneş hücrelerine giren güneş enerjisinin yüzde kaçının elektrik enerjisine çevrilebildiği).

400 GW için ise yaklaşık olarak 50 milyon ton kadar toplam güneş hücresi / paneli gerekiyor (tüm panellerin toplamı).

Güneş panellerindeki kanser yapan ağır metaller

Fotovoltaik yöntemle elektrik üretimindeki politik ve teknik başarı sonucunda güneş panelleri gitgide daha geniş alanlara yayılıyor (Dünya'da 2018'de 3700 km^2 yer kapladığı kestiriliyor). Ayrıca evlerin çatılarında gitgide artan milyonlarca güneş paneli var. Güneş panellerinin cam ve aluminyum malzemesi çevre için büyük bir sorun yaratmamasına karşın, güneş hücrelerinden oluşan paneller çeşitli ağır metaller, katkı maddeleri (yarıiletkenler) genellikle insan sağlığına ve doğaya zararlı olabilecek kimyasal maddeler içeriyorlar. **Kanser yapabilen ve oldukça zehirli olan bu maddelerin başlıcaları: arsenit, kurşun, bakır, galyum, kadmiyum tellürid, kadmiyum sülfid, polyvinül florür, selenyum, kristal silikon'daki silikon tetraklorür.** Kuşun, panellere, artık gerekmeyen lehimleme maddesiyle birlikte giriyor. Paneller/güneş hücreleri, daha çok kristal silisyum ya da çok ince film kadmiyum tellürid ya da kadmiyum sülfid tabakalardan yapılıyor. Saf kadmiyum böbrek ve kemiklere zararlı,

kansere yol açabiliyor. Bu nedenle panellerin hem yapımı hem de ileride 20 yıl kadar kullanıldıktan sonra sökülüp ortadan kaldırılmasında ilgili koruyucu önlemlerin alınması gerekiyor. 20 yıl kadar sonra bunlar yenileriyle değiştirilmek zorunda olduğundan üretimin sürmesi ve bunlardaki ağır metallerin dolaşımı da söz konusu. Paneller yapılırken, zararlı ağır metalleden korunmak için koruyucu giysilerle çalışılıyor (Resim).

İleride bakım, onarım çalışmalarında, kuvvetli dolu, kaza ve yangınlarda da panellerdeki ağır metaller çevredeki toprak ve sulara, besinlere ulaşabileceğinden araştırmacılar şimdiden önlem alınmasını öneriyorlar /3/.
Bugün dünyada kullanılan güneş hücrelerinin % 90 gibi büyük bir bölümü, doğadaki kum ve kuvarsdan elde edilen silikon yapılı. Silikon, doğadaki kum ve kuvarstan, çok yüksek sıcaklıklarda, eritme, temizleme ve oksijeni çıkarılarak %99,6 oranındaki saflıkta büyük enerji kullanılarak elde edilebiliyor. Ancak bu saflık, yarıiletken maddenin işlevi için yeterli olmadığından silikonun, ikinci bir kimyasal yöntemle daha da saflaştırılması gerekiyor.
Dünyadaki güneş panellerinin % 3 kadarı da zehirli kadmiyum telürid zehirli maddesini içeriyor. Bunların üretimi daha ucuz ve dünya pazarındaki payı 3 milyar usd kadar. Ancak kadmiyumun aşırı zehirli olması nedeniyle üretim sırasında koruyucu giysilerin içinde ancak havalandırmayla çalışılabiliyor.
Öte yandan Liverpool üniversitesinde geliştirilen bir teknikle, çok ince tabakalı güneş hücrelerinin hem çok daha ucuza hem de zehirli kadmiyum yerine, zehirli olmayan ve yenmesine bile izin verilen magnezyum klorür kullanılarak üretilebileceğini denendi . Ayrıca magnezyum klorür, kadmiyumdan hem çok daha ucuz hem de güneş hücresi olarak ince tabaka şekline getirilmesi çok daha kolay /4/.
Stuttgart araştırmacıları, 2016 yılında dünyada, içlerinde çeşitli ağır metaller bulunan toplam 3700 km^2 panel bulunduğunu ve buna her gün 3 km^2 kadar güneş paneli eklendiğini açıklıyorlar. 2016 yılı sonuna kadar, panellerde toplam 11.000 ton kurşun ve 800 ton da kadmiyum bulunduğunu belirtiyorlar. Bunların ileride toprak ve sulara karışmaması için yıkama filtreleme dahil çeşitli önlemler alınması düşünülse de bunların büyük ölçüde kontrol edilemeyeceği ve gerçekleşemeyeceği de belrtiliyor /3/.
Stuttgart araştırmacıları güneş panellerindeki zehirli maddelerle ilgil sınırlamaların AB standarlarına alınmasını öneriyorlar. Sadece panellerde hücreler lehimlenirken, kurşunun kullanılmaması, panellerin içindeki kurşunu % 97 oranında azaltacaktır diyor

araştırmacılar.Araştırmacılar, ağır metallerin panellerden sızmasını önlemenin ya da durdurulmasının yollarını aradıklarını da belirtiyorlar.
İleride çok daha büyük toprak yüzeylerini kaplayacak paneller büyük sorun yaratacaklarından şimdiden çeşitli bilimsel araştırmalar yapılıyor. Bunlardan kanser yapabilen kurşun ve kadmiyumun 2006'dan beri AB ilgili yönetmeliğine göre elektronik aletlerde kullanımı yasaklanmış olmasına karşın, bu kimyasalların 'yeşil ürün' olarak çevre dostu sayılan güneş panellerinde /hücrelerinde kullanımı serbest bırakılmıştır. Kurşun, güneş hücrelerini birbirlerine ve panelin kenarlarına bağlamada kullanılan lehimde bulunuyor. Aslında otomobil sanayiinde ve diğer aletlerde artık kurşun kullanılmıyor. Güneş hücrelerinde de kurşun kullanılmayabilir. Çok ince tabakalı güneş hücrelerinde ise daha çok kadmiyum tellürid kullanılıyor. Çeşitli tipteki güneş hücrelerindeki kadmiyum, kurşun ve diğer zehirli kimyasalların dışarıya sızması ya da ileride doğaya ulaşması olasılığı ve miktarlarıyla bunların nasıl ortadan kaldırılacağıyla ilgili 2014 yılından beri Stuttgart Üniversitesi Fotovoltaik bölümünde bilimsel çalışmalar yapılıyor ve yukarıda belirttiğimiz gibi bunlar ilgili Bakanlıkça destekleniyor /3/.
Güneş panelleri toprak yüzeyinde hektar başına (100 m x 100 m= 10.000 m^2) genellikle 3.000 m^2'lik bir alana kuruluyor.Bu alandaki panellerdeki güneş hücrelerinde toplam 20 -25 kg kurşun bulunduğu hesaplanıyor. Bu büyüklükte bir alanda, 3 mikrometre kadar ince film tabakalı güneş hücrelerinde ise, suda zor çözünen kadmiyum tellürid ve kadmiyum sülfid toplam 25 kg miktarında bulunuyor. Güneş hücreleri ince folye ve cam levha ile korunmalı olduğundan, kurşun ve kadmiyumun normal olarak dışarıya ulaşması beklenmiyor. Ancak kuvvetli dolu, kaza ve yangında bunlar dışarıya çıkabileceğinden bu gibi durumlarda bozulmuş panellerin sökülüp ilgili yönetmeliklere göre işlenmesi gerekiyor.

Güneş panellerindeki zehirli kimyasallar için sınır değerler var mı?

İçinde kurşun ve kadmiyum olmayan güneş hücrelerinin / panellerinin yapılabileceğini ileri süren araştırmacılar var. Ancak bunlar olmayınca panellerin verimi düşüyor. Bu nedenle bilimsel araştırmaların geliştirilerek panellere zehirli olmayan maddelerin konulması gerekiyor /4,5/. AB ilgli yönetmeliği, elektrik ve elektronik aletlerde kurşun ve kadmiyum için sınır değer olarak sırasıyla, aletin toplam ağırlığının % 0,1 ve % 0,01'ni belirliyor. Ancak, güneş panelleri (fotovoltaik sistemler) bu yönetmelik dışında tutulduğundan herhangi bir sınırlama bulunmuyor.

Çin kaynaklı güneş panellerinin sakıncaları

Dünyadaki güneş panellerinin yaklaşık üçte ikisi Çin kaynaklı. Nedeni, Çin'de hem işgücü ücretlerinin düşük olması hem de Çin hükümetinin üretimi desteklemesi sonucu panellerin dünya pazarlarına düşük fiyatla sunulması (Almanya'daki bazı şirketler hatta bu nedenle iflas ettiler). ABD İlinois eyaletindeki Northwestern Üniversitesinde Argon Milli Laboratuvarıyla birlikte yapılan bir bilimsel araştırma, Çin kaynaklı, kristal silisyumlu güneş hücrelerinin hiç de doğa dostu olmadığını gösteriyor /4/ . Resimde gösterilen, Almanya'daki yarı saydam bir güneş hücre sisteminin Çin kaynaklı olanla karşılaştırıldığında çok daha doğa dostu olduğu belirlenmiş. Çin kaynaklı olanın doğa dostu olmayışının en önemli nedeni, bu hücrelerin Çin'de üretimleri sırasında çok daha fazla enerjiye gerek bulunması sonucunda havaya salınan CO_2 miktarının fazlalığı.Bu araştırmanın sonucuna göre Çin'de yapılan güneş panellerinin AB'de kullanılmasıyla gereken enerji ve havaya salınan CO_2, AB'de yapılıp kullanılan panellere oranla iki kat daha fazla doğaya zarar veriyor.

Berlin'deki bir tren istasyonu çatısında bulunan yarı saydam, doğa dostu, güneş panelleri

Almanya'da fotovoltaik, yenilenebilir enerjiler yasasıyla destekleniyor. Güneş hücrelerinin Almanya'da ya da başka bir ülkede üretiminin ayrımı yasada bulunmadığından, Almanya bunları daha ucuz ülke olan Çin'de yaptırıp Almanya'da kullanırken, enerji ve CO_2 giderini Çin'e aktarmış oluyor. Kaldı ki Çin'de üretimde kullanılan enerji, çevreye zararlı, kalitesi düşük kömürlü elektrik santrallarından kaynaklanırken oradaki silisyum ve diğer zararlı maddeli güneş panelleri üretimindeki standartlar da AB ülkelerindekilerle karşılaştırılamayacak kadar kötü diyor ilgili araştırmacı Seth Darling (Co-Autor der Study, Argonne) /4/.
Özetle, zehirli kimyasallar güneş panellerinin yapımında ve bunların ileride sökülüp yok edilmesinde büyük bir sorun olarak çözüm bekliyor. Özellikle azgelişmiş ülkelerde çöp ayrımı ve panellerle ilgili teknik işlemler yapılmadığından, ileride bunların sökümü sırasında,(daha çok Çin kaynaklı ucuz panellerin içindeki) doğanın zehirli kimyasallarla kirletilmesi ve insanların etkilenmesi söz konusudur.İlgili önlemler, paneller daha kurulurken planlanmalıdır.

Güneş panellerinin kapladığı büyük alan

Panellerdeki zararlı ağır metallerin önemi, panellerin kapladığı ve gitgide artarak kaplayacağı çok büyük alanlardan kaynaklanıyor.
Şekil: Güneş panellerinin kapladığı geniş alana bir örnek (250 futbol alanı kadar)

Alanın büyüklüğü için bir karşılaştırma yapılırsa:
Örneğin 1350 MW gücünde bir fosil yakıtlı santral, yılda 9000 GigaWattSaat elektrik üretebiliyor. Güneşten buna eşdeğer elektrik ancak yaklaşık olarak 3 milyon m^2'lik alana kurulan güneş panelleriyle sağlanabiliyor. Bu ise 1,5 km x 2,0 km'lik bir kent merkezi kadar alanın, kent dışında panellerle kaplanması demek. İleride güneş enerjisinden elektrik üretimi çok arttığında örneğin Türkiye'de toplamda bunun 50 katı kadar bir alanın, çeşitli birimler

halinde, kentlerin dışında kurulması gerekecektir. 20 yıl kadar sonra panellerin sökülüp ortadan kaldırılması gerektiğinde 150 milyon m^2'lik panellerin içindeki kimyasalların ne olacağı önceden düşünülmeli ve panel seçimine başlangıçta özen gösterilerek, içinde kimyasalları az olanları (ya da örneğin kadmiyumlu olmayanları) seçilmeli diyor araştırmacılar /3,4,5/.

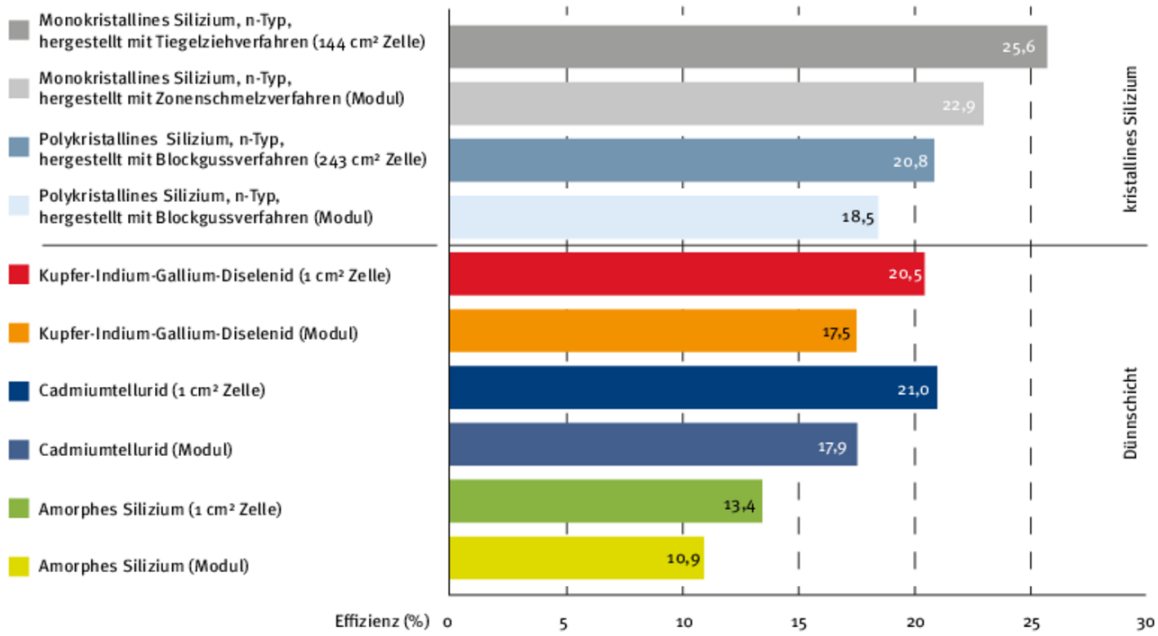
Öte yandan güneş panellerinin yapımı sırasında oldukça fazla enerji gerekiyor. Yapılan bilimsel araştırmalar, bir güneş kollektörünün yapımında kullanılan enerjiyi, ancak ortalama 3 yıl çalıştırıldıktan sonra üretebileceğini gösteriyor.

Diğer sorunlar

Güneşin geceleri olmadığı ya da bazen çok, bazen az olduğu biliniyor. Bu nedenle, kurulu elektrik gücünün yıllık ortalama olarak ancak %10-20'si kadarıyla enerji üretilebildiğinden verim diğer santrallara göre çok daha düşük. Üretim giderleri, diğer elektrik enerji üretim türlerine göre kWh başına 10-20 Eurocent daha yüksek. Almanya'da, elektrik faturalarına eklenen çevre vergisi ve devlet desteğiyle güneş enerjisi üretimi, yılda ancak 15 milyar Avro ek bir giderle sağlanabiliyor.Özellikle sanayinin gece gündüz sürekli elektrik gereksinimini karşılayabilmek için güneşin az ya da olmadığı zamanlarda genellikle fosil yakıtlı elektrik santrallarının devreye girmesi gerekiyor. Bilindiği gibi sanayi tüm elektrik üretiminin % 75''ini kullanıyor. Bunun içinde yenilenebilir enerjilerin payı ise önemsiz oranda az, sadece % 3.

Güneş panellerinin çeşitleri ve verimleri

Bunların çeşitleri ve güneş enerjisini elektriğe çevirmedeki verimleri aşağıdaki grafikte ayrıntılarıyla bulunuyor /6/. Yarıiletken madde temelde ya kristalin silisyum ya da ince (film) tabaka olarak, cinsine göre çeşitli katkı maddeleriyle ve ilgili yöntemlerle hazırlanıyor (Her birinin özelliği aşağıdaki şekilde bulunuyor).



Türkiye'de durum

Türkiye'de güneş enerjisinden elektrik üretimi çok az ama sürekli artmakta. Toplam kurulu güç 2015'de 249 MW iken 2017'de 2,9 GW'lık büyük bir atılımla, toplamda 3,4 GW'a ulaşılmıştır. Santralların bir çoğu lisanssız elektrik üretim sınırı olan 1 MW'ın (MegaWatt) altındadır. 2016 yılında işletilmekte olan irili ufaklı 1644 Güneş Enerji Santrallarının toplam kurulu gücü 1,36 GW olup 2016 yılında 1 MilyarkWh kadar elektrik üretilmiştir /6/. Buradan güneş enerjisi kurulu gücünün 2016 yılındaki ortalama kullanım oranı olarak % 8,4 bulunur:

1 MilyarkWh /1,363x 8,760=0,084 Türkiye'de 2016'da devrede olan büyük santraller kurulu güç sırasıyla /7/:

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) Elazığ Kovancılar Güneş Enerji Santrali	Elazığ		15 MW
6) Makascı Mühendislik GES	Konya	Makascı Mühendislik	10 MW
7) Renoe Acıpayam GES	Denizli	Erikoğlu Holding	10 MW

Alanın büyüklüğüne bir örnek:

Konya Karatay Kızören santralı 430.000 m^2'lik bir alana kurulmuştur . Kabaca 656m x 656m boyutlarındaki bu büyük alanda 18 MW'lık kurulu güçle yılda üretilebilecek elektriğin 30,73 MilyonkWh kadar olacağı hesaplanıyor. Bu üretim miktarı, bu kurulu gücün %19'u kadardır. Konya Karapınar'da 1000 MW'lık bir fotovoltaik santral projelendirildiği Enerji bakanlığınca açıklanmıştır . Bitirildiğinde Türkiye'nin en büyük güneş enerji santralı olacaktır.

Türkiye'de Güneş Paneli Üreten Fabrikalar / Şirketler

Türkiye'de 20'ye yakın sayıda güneş paneli yapan fabrikalar ya da dışarıdan getiren şirketler var /8/. Bunların hangi cins güneş hücreleri ürettikleri, içlerinde ne miktarda kurşun ve kadmiyum gibi ağır metallerin bulunup bulunmadığı internet sitelerinde yer almıyor.

Perowskit Tipi Güneş Panellerini, Dyesol (Great Solar) şirketi, Türkiye'de üretmeyi planlıyor

Perowskit aslında kalsiyum titanat'ın bir kristalidir. Perowskit adına rağmen 2009 dan beri verimi gitgide artırılan ve %22'e ulaşan bu cins panellerde aslında perowskit kristaliyle aynı kristal yapısındaki kurşunlu metilamonyum kullanılıyor. Bu cins kristaller mikrometre inceliğinde olup bir altlık üzerine sürülebiliyor ya da baskı şeklinde damgalanabiliyor. Diğerlerine göre perowskit panellerin üstünlükleri, kristale gelen güneş ışınlarının tümünü (spektrumunu) soğurup elektron akımına dönüştürebilmeleri ve çok daha ucuza üretilebilmeleridir. Gitgide geliştirilmekte olan perowskit panellerine geleceğin panelleri

olarak bakılıyor. Avusturalya Dyesol şirketinin önümüzdeki yıllarda Türkiye'de perowskit panellerinin üretimine geçmeyi planladığı şirketin duyurusunda yer alıyor. Watt başına üretim fiyatı 40 Cent'in altına düşürülebilir ve bunlar 20 yıl süreyle sorunsuz çalışabilirlerse silisyumlu panellerin sonunun geleceği belirtiliyor. Perowskit panellerindeki kurşunun kapsüllenip çevreye ulaşmaması için çalışmalar yapılıyor. Kristaldeki kurşun azaltılır ya da yerine başka bir madde konursa kristalin verimi düştüğünden şimdlik vazgeçilemiyor ama araştırmalar sürüyor.

Mersin Güneş enerji kulesi

Kule tipi güneş enerjisi santralının Türkiye'de ilk örneği Mersin'de kurulmuştur. 100 dönümlük arazinin 30 dönümü aynalarla kaplanmıştır. 510 adet ayna 50 metre yüksekliğindeki kuleye güneş ışınlarını yansıtıyor. Burada ısınan sudan elde edilen buhar türbinleri çevirerek elektrik enerjisine dönüştürülüyor. Günün saatine göre güneşin konumunu hesaplanıp, yansıtıcı aynalar o yöne çevriliyor. Bu santral, 1500 evin elektriğini sağlayabiliyor/9/.

Türkiye için çıkarılacak sonuç ve öneriler

Her güneş paneli insan ve çevre dostu olmadığından, ucuzuna gidilmemeli, içinde ne gibi kimyasal maddeler bulunduğu iyice bilinmeli, mümkünse kadmiyumlu olanlar yerine magnezyumlu olanlar kullanılmalı. Perowskit tipi güneş panelleri geliştirilip içindeki kurşun insan ve çevreye zarar vermeyecek başka bir maddeyle değiştirilebilir ya da kurşun dışarıya sızmayacak şekilde kapsüllenebilirse perowskit panellerinin kullanımı yararlı olabilir.
Türkiye'de 15 kadar şirketin işyerlerinde güneş panelleri yapılmaktadır ve bu gibi iş yerlerinin sayısının ileride çok artacağı beklendiğinden gerek buralarda çalışan işçilerin koruyucu giysilerle çalışmalarının sağlanmasını, gerekse üretilmekte olan panellerdeki kurşun, kadmiyum gibi ağır metal taneciklerinin havaya ve çevreye yayılmasının önlenmesini düzenleyen bir yönetmeliğe gerek vardır.
Çatılarda ve geniş alanlarda kurulmuş ve kurulacak olan panellerin bakım, onarım, kaza, kuvvetli yağış (dolu) hasarı, yangın, ileride panellerin sökümü sırasında ve çöpe atılmasında bunlardaki zehirli ağır metallerin toprak ve sulara karışmaması için daha başlangıçta planlama yapılmalı, ileride gerekli önlemlerin alınması için bir yönetmelik hazırlanmalı ve yönetmeliğin uygulanması kontrollarla sağlanmalıdır.

Güneş panellerindeki insan ve çevreye zararlı olabilecek maddelerin azaltılmasıyla ilgili dünyada yapılmakta olan bilimsel araştırmalar ve gelişmeler izlenmeli, bunların sonuçları ilgili yönetmeliğe aktarılmalıdır.

Konuya yabancı olanlar için: Güneş ışınlarından elektrik üretimiyle ilgili bilgiler

1. *Güneş termik santralları yoluyla (Güneş ışınlarının içbükey aynalarla demetler halinde soğurulacak bir noktaya odaklanması ve oluşan ısı enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi, ya da güneş enerjisiyle ısıtılan havanın bir bacaya yönlendirilip, hava akımının çevirdiği pervanenin hareket enerjisinin bir dinamoya aktarılmasıyla elektrik elde edilmesi*
2. *Fotovoltaik yöntemiyle güneş enerjisinin (solar hücreleriyle/panelleriyle) doğrudan elektrik enerjisine dönüştürülmesi*

Güneş termik santralleri, özellikle güneşi bol (İspanya, Türkiye, ABD gibi ülkelerde ve Afrika kıtasında) önceleri daha çok yapılırken, bugün fotovoltaik olanları, solar modüllerinin 2011'den sonra ucuzlamasıyla yaygınlaşıyor.

Fotovoltaik sistemlerin güçleri, bir kaç kW'tan (1kW= 1000 Watt, çatılarda), bir kaç yüz MW'a (1 MW = 1 milyon Watt, santrallerde) kadar uzanabiliyor. 2017 Ocak ayında en büyüğü 850 MW peak ile Çin'de bulunuyor. Almanya'da ise en büyük güneş panel parkı Brandenburg Neuhardenberg'de. 2012'de yapılan ve 145 MWp (peak) gücündeki bu santral 240 Hektar'lık (2,4 milyon m^2) bir alana yayılan panellerle donatılmış (yaklaşık 1,5 km x 1,6 km boyutlarında). 48.000 evin elektriğini karşılıyor ve elektrik enerji deposu da santralın yanı başında 2015 yılında yapılmış.

Kristal Silisyulu, kadmiyum tellüridlü (CdTe) yarı iletken bir güneş hücresi, modülü (ya da fotovoltaik modül) güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine çeviriyor. Bunlar birbirlerine seri ya da paralel bağlanabiliyor. Güneş ışını taneciklerinin (fotonların), solar hücrelere çarptıklarında (yarı iletken maddede) harekete geçirdikleri elektronlarla elektron akımının oluşması fotovoltaik yöntemin temeli olan ve Einstein'a Nobel kazandıran 'Fotoelektrik olay' diye bilinen fizik olayına dayanıyor (Tek fark, Einstein bunu, yarı iletkenlerde değil, metallerde ışık fotonlarının elektron sökme kuramıyla açıklamıştı).

(*) Birimler

Elektrik Güç Birimleri (Burada Kurulu Güç için):

1 Watt: Elektrik güç birimi 1 saniyede üretilen ya da tüketilen 1 Joule'lük enerji (= 100 gramlık çukulata paketini 1 m yukarıya kaldırmak için gereken enerji). 1000 W= 1 kW (kiloWatt); 1000 kW= 1 MW(MegaWatt); 1000 MW= 1 GW(GigaWatt); 1000 GW= 1 TW (TeraWatt)

Elektrik Enerji Birimleri (Burada üretilen ya da tüketilen elektrik enerjisi için):

1 kWh, örneğin 100 Watt'lık bir ampülün 10 saat yanmasıyla tükettiği enerji. Örneğin 1 milyar adet, 100 Watt"lik ampulü 10 saat yakabilmek için 1 milyar kWSaat (kWh)'lık ya da 1 TeraWh'lık enerji gerekecek.

Not: Bu yazımız, Herkese Bilim ve Teknoloji (HBT) portalında 29.06.2018 yayımlanmış ve kısa şekli de HBT kağıt dergisinde, kopyaları da bazı portallarda daha çok okuyucuyu bilgilendirmek için yakında yayımlanacaktır.

Kaynaklar

/1/ https://www.herkesebilimteknoloji.com/haberler/surdurulebilirlik/nukleer-enerjiden-cikan-almanyada-ruzgar-gunes-enerjilerinden-elektrik-uretiminde-buyuk-atilim-ulkemizdeki-durumla-karsilastirma

/2/ IEA Photovoltaik Power Systems programme / Report IEA PVPS T1-33:2018

/3/ Schadstofreisetzung aus Photovoltaik-Modulen Prof. Dr. Jürgen Werner, Universität Stuttgart, Institut für Photovoltaik (2014-2017)

/4/ https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/duennschicht-solarzellen-giftige-chemikalien-preiswert-produzieren/

/5/ https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/chinesische-solarzellen-verheerende-umweltbilanz/

/6/ https://www.weltderphysik.de/gebiet/technik/energie/solarenergie/photovoltaik/solarzellentypen/

/7/ http://www.enerjiatlasi.com/gunes/

/8/ http://www.enerjibes.com/gunes-paneli-ureticileri/

/9/ 17 Nisan 2013, Hürriyet