

GÜNEŞ PANELLERİNDE DOĞA VE İNSANA ZARARLI KATKI MADDELERİ NEDEN VAR VE BUNLARIN SAĞLIĞA ETKİLERİ NELER?

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

Güneş panellerinden elektrik elde edebilmek için içlerine kadmiyum, antimon, gümüş gibi daha başka katkı maddeleri konularak yarı iletkenlik sağlanıyor ve sonunda Fotovoltaik yöntemiyle elektrik ancak bu katkı maddelerinin iletkenliğiyle elde edilebiliyor. Bu konuyla ilgili bir dizi yazımız için bkz./1/. 1000 MegaWatt kurulu güçteki örneğin Konya Karapınar güneş tarlasında 3,3 milyon güneş paneli var. Bunlar 25 yıllık oldukça kısa kullanım süreleri sonunda, hatta bir miktarı her yıl bozulmalarla, hurdaya çıktıklarında, eğer geri dönüşümleri yapılmaz ve çöpe atılırlarsa, panellerin içlerindeki doğaya ve insana zararlı katkı maddeleri zamanla yağışlarla toprak ve havaya karışarak insana da etkili olacaklardır. Türkiye’de ise milyonlarca panelin korunacağı depolar olmadığı gibi bunların geri dönüşümlerinin yapılacağı tesisler de bulunmuyor. Ancak bunların daha fazla gecikilmeden planlanması ve yapılması da gerekiyor.



Bir güneş çiftliği, çatıdaki güneş panelleri ve sert hava koşullarında bozulmuş ve doğaya terk edilmiş bir panel çiftliği. Panellerdeki zararlı ve zehirli maddelerin zamanla kızgın güneş ve yağışlarla toprağa, yeraltı sularına, havaya, bitkilere karışarak insan vücuduna ulaşması beklenmeli ve bu önlenmeli

Güneş panellerindeki katkı maddelerinin bir çoğu, kanser yapabilen ağır metaller olduğundan, insan sağlığına zararlı olabiliyorlar /1,2/. **Bunların başlıcaları: kurşun, bakır, gümüş, galyum, kadmiyum tellürid, kadmiyum sülfid, polivinül florür, selenyum, arsenit ve kristal silikon’daki silikon tetraklorürdür.**

Vücudumuz için kurşundan 10 kat daha zehirli kadmiyum katkı maddesi yerine, hatta yenebilen magnezyum klorürlü olanların seçilmesi panellerin içlerindeki zehirli maddeleri azaltacağı açık. Ancak güneş panellerindeki bu katkı maddelerinin cins ve miktarlarının, bu panelleri Türkiye’de yapan şirketlerin, prospektlerinde bulunmadığını ve sorulduğunda ise bu konuda bir yanıt alınamayacağını, hatta kendilerinin de bilmediğini herkes, bu şirketlerle iletişime geçerek durumu öğrenebilir.

Bir çok panelin havaya, **Azot üç florür (NH₃)** yaydığı, bunun ise atmosfere CO₂’den 17 000 kat daha zararlı olduğu açıklanıyor. **Kükürt hekzaflorit** de başka bir sera gazı olup bazı paneller yapılırken havaya salınıyor. Bunun CO₂’den 23 000 kat kadar daha etkin olduğu hesaplanıyor.

İnsan ve çevreye daha az zararlı katkı maddeleri de var. Ancak bunlar diğerleri kadar etkin olmadığından ve fiyatları da daha yüksek olduğundan olacak, panellerde bunlar çok az kullanılıyor. Paneller (güneş hücreleri), daha çok kristal silisyum ya da çok ince film kadmiyum tellürid ya da kadmiyum sülfid tabakalardan yapılıyor.

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 taneciklerinin insan sağlığını tehdit ettiğini araştırmacılar bildiriyorlar.

Kadmiyum telüridli ve kurşunlu güneş panelleri ise başlı başına bir sorun. Bunlar, böbrek ve kemiklerde hasar ve kanser yapabiliyorlar.

Saf kadmiyum böbrek ve kemiklere zararlı olup kansere yol açabiliyor. Bu nedenle panellerin hem yapımı hem de ileride 25 yıl kadar kullanıldıktan sonra sökülüp ortadan kaldırılmasında ilgili koruyucu önlemlerin alınması gerekiyor. İleride bunlar yenileriyle değiştirilmek zorunda olduğundan, üretimin sürmesi ve bunlardaki ağır metallerin dolaşımı da söz konusu.

Çok iyi iletken olan gümüş panellerde katkı maddesi olarak kullanılıyor. Herhangi bir şekilde insan vücuduna ulaştığında ise böbrek ve deri hastalıklarına neden olabiliyor.

Stuttgart araştırmacıları, 2016 yılında dünyada, içlerinde çeşitli ağır metaller bulunan toplam 3700 km² panel bulunduğunu ve buna her gün 3 km² kadar güneş paneli eklendiğini açıklıyorlar.

2016 yılındaki toplam kurulu güç ve panellerdeki kurşun ve kadmiyum miktarları gözönüne alındığında, panellerde toplam 11 000 ton kurşun ve 800 ton da kadmiyum bulunduğu hesaplanıyor.

Bunların ileride toprak ve sulara karışmaması için yıkama filtreleme dahil çeşitli önlemler alınması düşünülse de bunların büyük ölçüde kontrol edilemeyeceği ve gerçekleşmeyeceği de açıklanıyor.

Bugün dünyada kullanılan güneş hücrelerinin % 90 gibi büyük bir bölümü, doğadaki kum ve kuvarstan elde edilen silikon yapıları. 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 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 çalışılabilir. Öte yandan Liverpool üniversitesinde geliştirilen bir teknikte, 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 . Stuttgart araştırmacıları güneş panellerindeki zehirli maddelerle ilgili sınırlamaların AB standartlarına alınmasını öneriyor.

Kurşun, güneş hücrelerini birbirlerine ve panelin kenarlarına bağlamada kullanılan lehimde bulunuyor. Aslında otomobil sanayinde ve diğer aletlerde artık kurşun kullanılmıyor. Güneş hücrelerinde de kurşun kullanılmayabilir. Çok ince tabakalı güneş hücrelerinde ise daha çok kadmiyum tellürid kullanılıyor. **Sadece panellerde hücreler lehimlenirken, kurşunun kullanılmaması, panellerin içindeki kurşunu % 97 oranında azaltacaktır diyor araştırmacılar.** Ayrıca, 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 kullanımının serbest bırakılması doğru değil.

Güneş panelleri ince folye ve cam levha ile korunmalı olduğundan, kurşun ve kadmiyumun normal olarak dışarıya sızması beklenmiyor. Ancak kuvvetli dolu, kaza ve yangında ve hurdaya çıktıklarında çöplüklere atılması durumunda bunlar zamanla dışarıya ulaşabileceğinden, bu gibi durumlarda bozulmuş ya da hurda panellerin sökülüp kapalı depolara konulması ve geri dönüşümlerinin yapılması gerekiyor. Bazı panellerde kullanılan **bakır indiyum selenid ve bakır indiyum galyum (di)**

selenid zehirli maddeler olup panellerin üretimi sırasında işçilere ve çevreye zararlı olabiliyorlar.

Panellerdeki zararlı maddeler, toplam kurulu güce göre hesaplanırsa, ne kadar?

Çeşitli tipteki güneş panellerindeki kadmiyum, kurşun ve diğer zehirli kimyasalların panellerden dışarıya ulaşmasının önlenmesiyle ilgili 2014 yılından beri çalışmalar, araştırmalar yapılıyor /2,7(. Silisyumlu panellerde kW başına ortalama 4 gram kurşun bulunduğu hesaplanıyor. Buna göre, Türkiye'deki Kurulu Güc'e göre hesaplarsak: 9430x4x0,95=36 ton kurşun (Türkiye'deki panellerin

% 95 kadarı silisyumlu olduğu varsayılarak), her yıl panellerin % 3'ü hurdaya çıkarsa bunlarda 1 ton kurşun var demektir.

CdTe panellerde kW başına ortalama 23 gram kadmiyum bulunuyor. Türkiye'deki panellerin örneğin % 5 kadarı CdTe ise: $9430 \times 23 \times 0,05 = 11$ ton kadmiyum var. Her yıl % 3'ü hurdaya çıkarsa bunlarda 330 kg kadmiyum bulunduğu hesaplanır. Kadmiyum ise vücuda kurşun'dan 10 kat daha zararlı .

Türkiye'nin en büyük Konya Karapınar 1 000 MW'lık güneş santralinde ne kadar zararlı maddeler var? Yukarıdaki 4 gram kurşun/kW bize, eğer bu özelliklerse, 1 000 MW ya da 1 milyon kW kurulu güçteki Karapınar güneş tarlası panellerinde toplam 4 ton kurşun bulunduğunu gösterir. Her yıl panellerin % 3 kadarı bozulma ve ömürlerini tamamlayarak hurdaya çıkarlarsa bunlarda 120 kg kurşun olduğu kestirilebilir. Öte yandan başka bir kaynak standart bir panelde 14 gram kurşun bulunabileceğini açıklıyor. Buna göre Konya Karapınar GES'deki 3,3 milyon panelde toplam olarak: $14 \text{ gram Pb /panel} \times 3,3 \text{ milyon panel} = 46,2$ ton kurşun olabilir. Bu iki farklı sonucun, hangisinin panellerdeki kurşun miktarına daha fazla uyduğunu, ancak yerinde yapılan inceleme ve değerlendirmeler gösterebilir.

Güneş panellerindeki zehirli kimyasallar için sınır değerler var mı?

İçinde kurşun ve kadmiyum olmayan güneş panellerinin yapılabileceğini ileri süren araştırmacılar da var. Ancak bunların yerine konulan diğer maddelerle panellerin verimi düşüyor. Bu nedenle bilimsel araştırmaların geliştirilerek panellere zehirli olmayan ama etkin maddelerin konulması gerekiyor. AB ilgili 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.

Öneriler

Güneş panellerinin içlerinde ne gibi zararlı kimyasal maddeler bulunduğu iyice bilinmeli, mümkünse kadmiyumlu olanlar yerine, magnezyum klorürlü olanlar kullanılmalı. Güneş panelleri geliştirilip içlerindeki kurşun başka bir maddeyle değiştirilebilir ya da kurşun dışarıya ulaşmayacak şekilde kapsüllenebilirse çevreye ve insana zararı daha az olacaktır.

Panellerdeki kimyasallar, parçalan, kırılan, eskiyen panellerden 5-6 ay içinde yağmurla yıkanıp çevreye ve insana ulaşabileceği gibi, milyonlarca panel ileride sökülüp çöpe atıldığında, özellikle çöp ayrımı ve işlemi yapılmayan az gelişmiş ülkelerde büyük sorunlar yaratacağını da araştırmacılar vurguluyorlar. Güneş panellerinin cam ve alüminyum malzemesi çevre için büyük bir sorun yaratmamasına rağmen, bu değerli maddelerin de geri kazanılması gerekir.

Türkiye'de güneş panelleri yapan şirket sayısı gitgide artmaktadır/5,7/. Bu gibi iş yerlerindeki işçilerin koruyucu giysilerle çalışmaları sağlanmalı. Üretilmekte olan panellerdeki kurşun, kadmiyum gibi ağır metal taneciklerinin havaya ve çevreye yayılmasının önlenmesini, emici havalandırma ve filtre sistemlerinin zorunlu olmasını, işçilerin korunmasını düzenleyen bir yönetmelik hazırlanmalıdır. Çatılardaki ve güneş çiftliklerindeki panellerin bakımı, onarımı sırasında, ayrıca kaza, kuvvetli yağış (dolu) ve yangın sonucu panellerin bozulmaları durumunda, bunlardaki zehirli ağır metallerin toprak ve sulara karışmaması için daha başlangıçta planlama yapılmalı, bunlar kapalı depolara, hangarlara yollanmalı, geri dönüşümleri yapılmalı, ileride gerekli önlemlerin alınması için bir yönetmelik hazırlanmalı ve yönetmeliğin uygulanması kontrollerle sağlanmalıdır. Bu yönetmeliğe hurda paneller de eklenmeli ve panellerdeki insan ve çevreye zararlı olabilecek maddelerin geri dönüşümleri sağlanmalı, dünyada yapılmakta olan bilimsel araştırmalar ve gelişmeler izlenmeli, bunların sonuçları ilgili yönetmeliğe aktarılmalıdır. Türkiye'deki mevzuata göre ilgili yönetmelik tüm elektronik aletleri kapsamakta olup, güneş panellerini ve rüzgar santralleri hurdalarını kapsamıyor /8/. Özellikle gümüş, bakır ve alüminyum en önemli geri kazanılacak malzemelerdir. Bunların yanı sıra kurşun, kadmiyum ve antimon gibi doğa ve insan için zararlı, zehirli maddelerin de geri dönüşümleri yapılmalıdır.

Kaynaklar

/1/ www.radyasyonyatakan.com 3. Bölümdeki yazılarımız

/2 / <https://kalyonpv.com/gunes-santrali.html>

/3/<https://www.chemservice.com/news/learn-which-chemicals-make-solar-power-possible/>

/4/ <https://fee.org/articles/solar-panels-produce-tons-of-toxic-waste-literally/>
/5/<https://www.elektrikde.com/turkiyenin-gunes-paneli-ureticileri>
/6/<https://www.freeingenergy.com/are-solar-panels-really-full-of-toxic-materials-like-cadmium-and-lead/#~:text=Each%20standard%20solar%20panel%20contains,used%20for%20batteries%20each%20year>
/7/<https://www.elektrikde.com/turkiyenin-gunes-paneli-ureticileri/>
/8/ <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=32659&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5>
/9/<https://www.chemservice.com/news/learn-which-chemicals-make-solar-power-possible/>