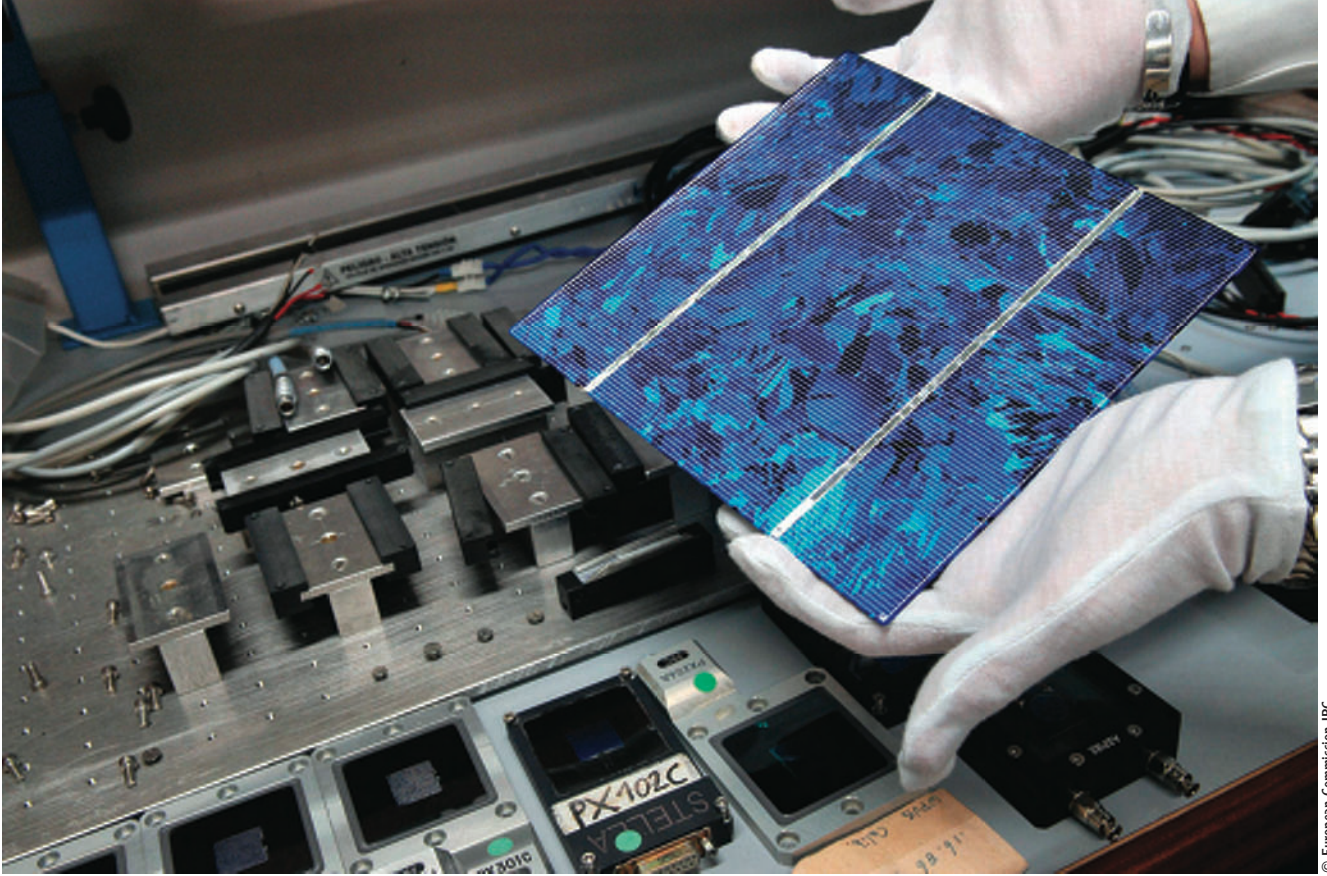


YENİ GÜNEŞ ENERJİSİ TEKNOLOJİLERİ



© European Commission JRC

Güneş'ten enerji elde etme çalışmaları son zamanlarda çok hızlandı. Küresel ekonominin akaryakıtta dayalı olarak işlemesi, bu alandaki kaynakların sınırlılığı ve ortaya çıkan krizler güneş enerjisinden daha çok yararlanmanın yollarını açtı. Dünya üzerinde birçok devlet kuruluşu ve özel şirket güneşten yararlanmanın çeşitli yollarını arıyor. Her geçen gün araştırmacılar güneş enerjisi teknolojisine ilişkin geliştirdikleri yeni yöntemleri açıklıyor.

Güneş'ten çeşitli ekollerde yararlanıyoruz. Güneş enerjisini etkin şekilde kullanmak için birbirinden farklı birçok yöntem geliştiriliyor. Bunlar arasında ışıklandırma, ısıtma ve soğutma sistemleri, su ısıtma ve güneş enerjisinden elektrik elde etmeye yarayan yoğunlaştırılmış güneş ışığı sistemleri ve foto-

voltaik sistemler sayılabilir. Son sıradakiler üzerinde yoğun olarak durulan ve çalışılan yöntemlerdir. Öncelikli amaç güneşten dünyaya gelen çok büyük miktardaki enerjiyi kullanılabilir duruma sokmaktır.

İlk olarak silikon yonga plakaları şeklinde geliştirilen fotovoltaik pillerle

ortaya çıkan güneş panelleri, güneş enerjisi teknolojisinin temelini oluşturmuştu. Daha sonra ikinci dalga olarak ince ve esnek yüzeylerin üzerine kaplanan kimi kimyasal maddeler sayesinde ince film teknolojisi geliştirildi. Araştırmacılar üçüncü dalga olarak nanoteknolojinin bu alanda kullanılmasını

görüyor. Öte yandan ayna ve mercekler kullanılarak yoğunlaştırılan güneş ışığını enerjiye çevirmek için farklı bir sistem geliştirildi.

Tüm bu çalışmalar güneş enerjisi sistemlerinden elde edilen verimliliği artırmak, maliyeti düşürmek ve kolay kullanılabilir yöntemler üretmek amacını güdüyor. Hâlâ emekleme döneminde olan güneş enerjisi teknolojisi, maliyet açısından şimdilik yüksek olsa da birçok ülke güneş çiftlikleri oluşturmak ya da santraller kurmak konusunda cesur adımlar atıyor. Birçok yeni teknolojik gelişmenin izlendiği bu alanda gelecek için proje ve planlar yapılıyor. Dünyada güneş panellerinin yarısını üreten Almanya, Avrupa'da güneş enerjisi konusunda başı çekiyor. Bu ülkedeki güneş enerjisi sistemlerinin geçen yıl 750 MWp kapasitesi vardı. Almanya'da toplam üretilen enerji içinde %3 gibi küçük bir payı olsa da 2020'de yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilen enerjinin, toplamın %27'sine çıkması planlanıyor. Almanya'dan iki kat daha çok güneş alan İspanya, ikinci sırada geliyor: 60 MWp kapasitesi var. ABD'de de 2050'de güneş enerjisinden elde edilen enerjinin toplam enerji içinde %35'e



ulaşacağı öngörülüyor. Japonya ise 2030'da uzayda bir güneş enerjisi santari kurmayı planlıyor.

Teknolojinin hızla değişmesi ve maliyetlerin belirgin bir şekilde düşmemesi nedeniyle güneş enerjisi konusunda beklenen patlama daha gerçekleşmedi. Tasarımcılar ve bilim insanları bu alandaki araştırmalar sürerken güneş enerjisi teknolojisinin getireceği değişimleri de göz önüne alıyor. Bütüncül bir yaklaşımla güneşten enerji elde etme yön-

temlerinin farklı uygulamaların içine sokmak için de çaba gösteriyorlar. Örneğin ince film teknolojisinde kullanılan boyalarla üretilen bir tişört size mp3 çalarınızı çalıştıracak kadar enerji üretmenizi sağlayabiliyor. Saydam paneller bir binanın yüzeyini kaplarken aynı zamanda binanın elektrik enerjisine katkı sağlayacak enerjiyi üretiyor. Benzer bir uygulamayı kiremit şeklinde geliştirilen ve evlerin çatısına yerleştirilen "güneş kiremitleri"nde de bulabilirsiniz. Yeni



yöntemlerin sunduğu ve getireceği yeni yaşam biçimlerini tasarlamak adına yapılan çalışmalar dikkate değer; ancak bu konuda alınacak daha çok yol var.

Yapay Fotosentez

Güneş çiftliği dendiğinde akla ilk olarak geniş bir alana yayılmış fotovoltaik pillerden oluşan güneş panelleri ya da belli bir açıda yerleştirilmiş ve bir noktaya odaklanarak buradaki sıvıyı ısıtıp buhar türbiniyle elektrik üreten santrallerin çevresindeki aynalar gelir. Şimdi çok daha küçük bir çiftlik hatta bahçe düşünün ve içini çiçeklerle bezeyin. İşte, size daha öncekilerle aynı verimlilikte yepyeni bir güneşbahçesi. Ancak bu bahçedeki çiçekler bildiğimiz organik çiçekler değil, bunlar yepyeni bir tür olan yapay nanoçiçekler. İçerdiği karbon nanotüpler sayesinde fotosentez yapabilen bu çiçekler güneş enerjisini kullanmanın yepyeni bir yolu olarak karşımıza çıkıyor.

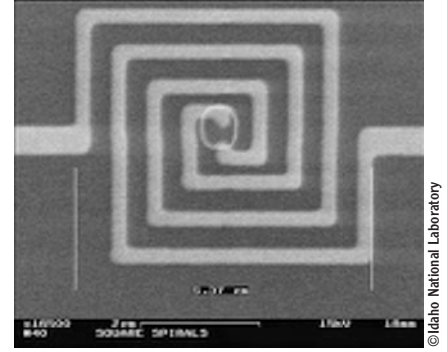
Fotosentez yapan organizmalar ışıkta enerjiyle su molekülünü ayrıştırarak oksijen ve hidrojene ayırır. Açığa çıkan hidrojen, karbon dioksitle tepkimeye girerek organizmanın enerji depolamada kullandığı karbonhidrat moleküllerini sentezler; oksijense atılır. Kimyacılar bu süreci kopyalamak için çok uğraşmış ama aşamalardan birinin üstesinden gelememişti. Görünen fotonlar kimyasal tepkime için belli bir miktarda güç sağlıyor. Bu enerji, tepkimeye neden olan elektronlarca soğuruluyor. Karbonhidrat sentezlemek için gereken tepkimelerde daha çok enerjiye gereksinim duyuluyor ve ancak birkaç elektron için içine girdiği zaman sonuçlanıyor. Bu nedenle fotosentez, çoklu elektron sistemi olarak bilinen tepkimeler sınıfına giriyor. Üstesinden gelinemeyen aşama aslında tam da bu noktada yatıyor. Kuantum mekaniğine göre her fotonun soğurulduğunda tek bir elektrona verdiği belli bir enerji var. Bu mantıkla kurulan sistemler tek bir elektron sağlayıp alabiliyor. Sanal fotosentezi sağlayacak ve gerekli enerjiyi üretecek olan sanal çoklu elektron sistemleri yapılamamıştı. Sistemin işleyiş mantığının şu şekilde işlemesi düşünülmüştü: Görünen ışığı emen ve birçok elektronu sistemin içine salan yapay bir sağlayıcı molekülün yanında bu elektronları alan ve depolayan yapay bir alıcı molekülün

bulunması. Çin'de Qinhuangdao'daki, Hebei Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'nin araştırmacıları bu sistemi karbon nanotüplerle çözmüş görünüyor. Araştırmacılar tek duvarlı karbon nanotüplerin çoklu elektron sistemini sağladığını buldu. Bir karbon nanotüp içerdiği her 32 karbon atomu için bir elektron alabiliyor. Bu da yapay fotosentez için gereken alıcı molekül olarak düşünülebilir. Görünen ışığı soğurduktan sonra birçok elektron salabilen küçük moleküllerin varlığı henüz bilinmemese de özellikle tekstil ve kâğıt endüstrisindeki boyalar için kullanılan fitalosiyanın (phthalocyanines) sınıfı moleküllerin ışık soğurduğunda bir elektron saldığı biliniyor. Bu da sistem için gerekli olan sağlayıcı molekül olarak karşımıza çıkıyor. Araştırmacılar birçok fitalosiyanın molekülünü karbon nanotüple birleştirerek görünen ışıkla çalışabilen çoklu elektron sistemini oluşturabileceklerini gördü.

Laboratuvarda 1 mikrometre uzunluğundaki bir nanotüpe 120 fitalosiyanın molekülünü ekleyen araştırmacılar fitalosiyanın moleküllerinin saldırdığı elektronların %25'inin nanotüpün içinde depolandığını buldu. Güneş enerjisinden daha verimli yararlanmak amacıyla başlatılan bu çalışma henüz uygulamaya dönük bir sonuç vermiş olmasa da güneş enerjisi panellerinde bir değişim getireceği açık. Ayrıca bu sistem bir yandan karbonhidrat üretirken bir yandan da atmosferdeki karbon dioksiti temizliyor. Yapay fotosentezin, enerji elde etmede kullanılacak hidrojenin üretimini de verimli bir şekilde sağlama gücünde olduğu belirtiliyor.

Antenlerle Enerji Yakalama

Missouri Üniversitesi'nin Idaho Ulusal Laboratuvarı ile özel bir şirket ortak olarak güneşten enerji elde etme yolunda yepyeni bir yöntem geliştirdi. Metrekaresi kuruşlarla ifade edilen bir harcama gerektiren ve esnek malzeme üzerine basılan bu yöntemin bir özelliği de güneş battıktan sonra bile çalışabilmesi. 2007 Nano50 ödülleri arasında kazanan bu yöntem bir plastik tabaka üzerine minik kare spiralleri basmak için özel bir üretim tekniği kullanıyor. Birbirine kenetli her spiral "na-



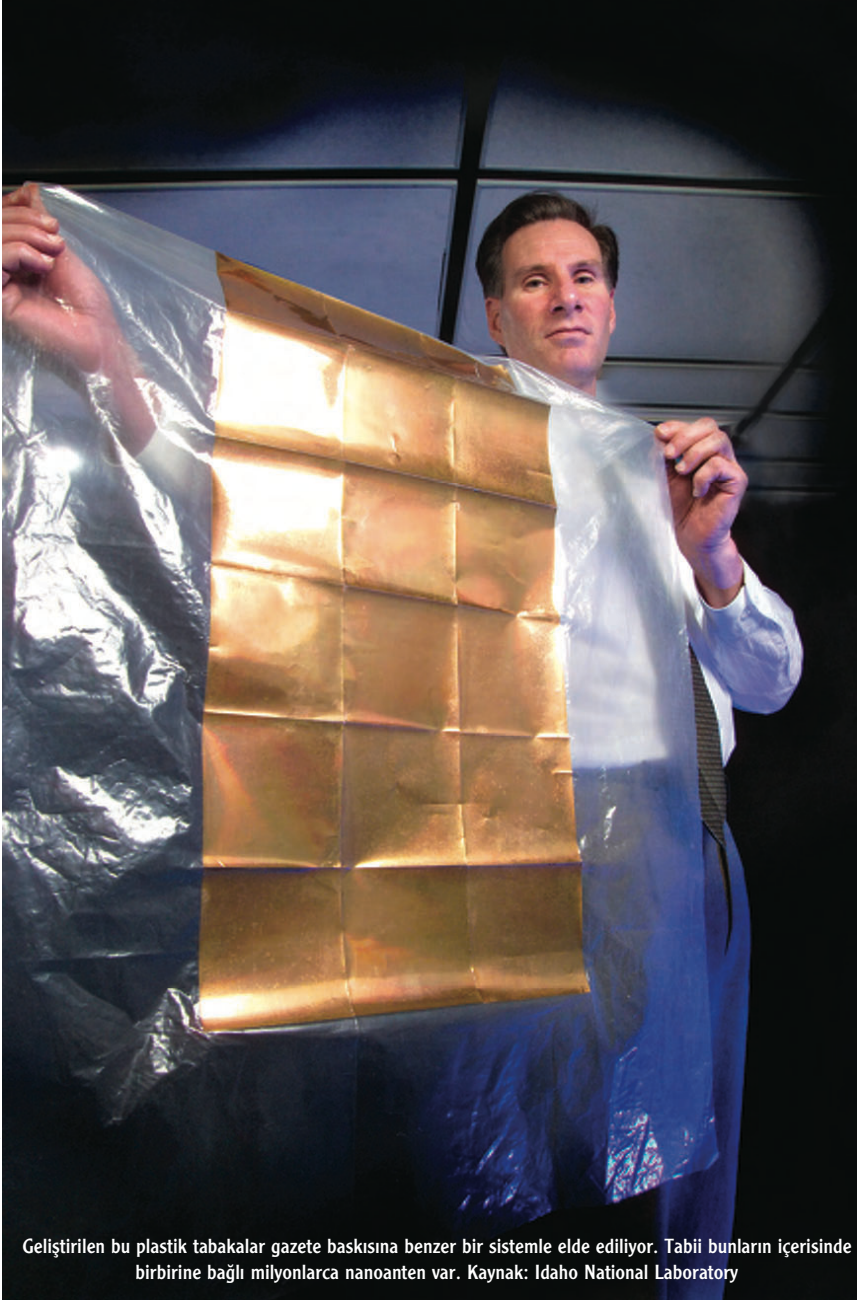
Altından yapılmış olan kare spiral nanoantennin elektron mikroskopundaki görüntüsü. Kaynak: Idaho National Laboratory

noanten" insan saçının 1/25'i kalınlığında. Görünen ışığın dışında güneşkızılötesi enerji de yayar. Boyutları nedeniyle bu nanoantennler de güneşışınlarının kızılötesi bölümündeki enerjiyi alıyor. Güneş'ten gelen enerjinin bir bölümü dünya tarafından soğuruluyor ve güneş battıktan sonra saatlerce atmosfere geri salınıyor. İşte, nanoantennler hem güneş ışınlarındaki enerjiyi hem de dünyanın yaydığı enerjiyi alabiliyor: Hem de var olan güneş pillerinden çok daha verimli bir şekilde.

Bu minik devreler tıpkı televizyon ya da cep telefonun anteni gibi enerji soğuruyor. Bütün antenler titreşime dayalı çalışır. Yakalanması gereken enerjinin dalga boyu nedeniyle radyo ve televizyon antenleri büyük olur. Benzer bir mantık yürüterek yakalanacak elektromanyetik ışınım için yapılması gereken tek şey daha küçük bir anten yapmaktır. Ancak küçüğün de ötesinde olan bu minik antenleri yapmak o kadar da kolay değil. Nanoteknolojideki gelişmeler daha önce tasarlanan bu antenlerin artık yapılmasını sağlıyor. 15 cm'lik dairesel pulların üzerinde 10 milyondan çok anten bulunuyor.

Var olan güneş panelleri onlara gelen enerjinin % 20'sinden azını elektriğe dönüştürebiliyor; geliştirilen nanoantennlerdeyse bu oran % 80 dolayında. Silikona dayalı güneş panellerinden ayrı olarak bu antenler farklı birçok iletken metalden yapılabiliyor. Polietilen ya da plastik gibi esnek, ince malzemeler üzerine de uygulanabilen bu yeni yöntemi araştırmacılar, ilk olarak laboratuvara gelen gazeteyi saran plastik bir poşette denemiş.

Seri üretime geçmeden önce araştırmacılar bu yeni yöntem üzerinde çalışmalarını sürdürüyor. En iyi verimi almak ve üretim maliyetini düşürmek için an-



© Idaho National Laboratory

Geliştirilen bu plastik tabakalar gazete baskısına benzer bir sistemle elde ediliyor. Tabii bunların içerisinde birbirine bağlı milyonlarca nanoanten var. Kaynak: Idaho National Laboratory

tenlerin bileşenleri için eğişik metaller ve malzemeler üzerinde deneyler yapılıyor. Bunların dışında çözülmesi gereken birkaç nokta daha var. Tek bir antenin titreşim sorunlarını çözmek görece kolay olsa da birçok anten bir arada bulunduğu karmaşık etkileşimler ortaya çıkıyor. Bu antenler belli frekansdaki kızılötesi ışığın etkisinde kaldığında yüksek enerjili elektromanyetik alanlar oluşturuyor. Bu alanların antenlerde kullanılan malzemelerin üzerindeki etkileri ve olumsuz yanları hâlâ araştırılıyor. Bu küçük yapıların titreşimlerini incelemek için bir bilgisayar modeli geliştirilmiş. Araştırmacılar malzemeyi ya da antenş eklini değiştirerek verimliliği artırmak ve olası olumsuz etkileri azaltmaya çalışıyor.

Antenleri içeren panellerin iki yanlı olması bekleniyor. Bir yan gün içinde güneşten gelen ışınları alırken öteki yanın dünyanın yaydığı daha düşük frekanslı ısıyı enerjiye dönüştürecek şe-

kilde hazırlanmasına çalışılıyor.

Antenlerin üretimi kolay bir süreç ama başedilmesi gereken başka bir nokta var: Elde edilen elektriğin iletilmesi ya da depolanması. Kızılötesi ışınlar nanoantenlerde alternatif akım (AC)

üretse de bu akımın frekansı 10 tera-Hertz (saniyede 10 trilyon kez dalgalanıyor). Araştırmacılar bunu düşürmeye, elektrikli aletlerde kullanmak için 60 Hertz'e (saniyede 60 kez dalgalanan) indirmeye çalışıyor. Bunun için düşünülen çözümlerden biri nanoantenlerin içine enerji dönüştürme aygıtları ve mikroskopik kapasitörler yerleştirmek. Başka bir yöntem de antenlerden elde edilen alternatif akımı, doğru akıma (DC) çevirmek.

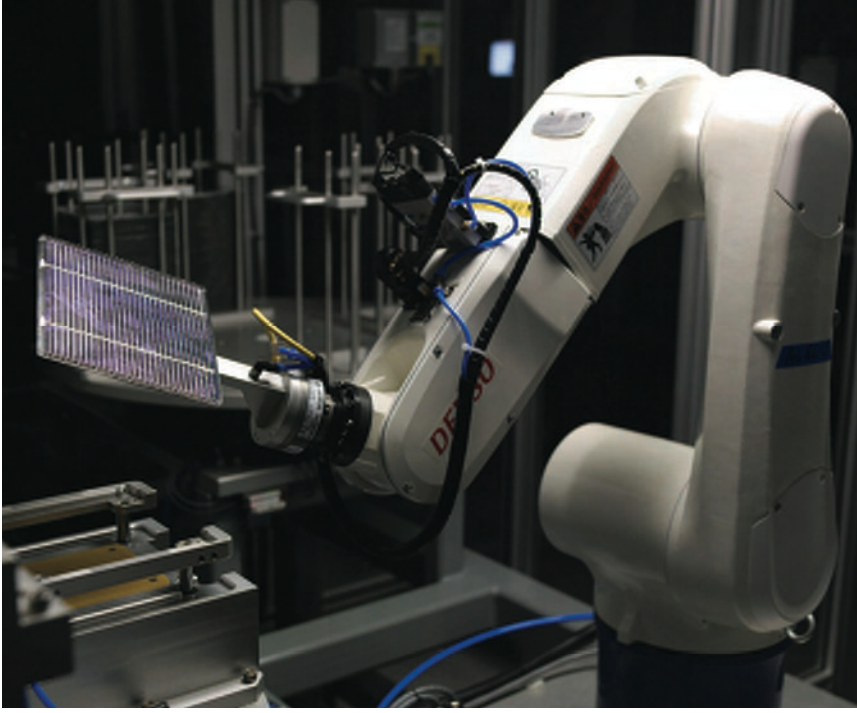
Ucuz Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinin yaygın olarak kullanılmasının önündeki en büyük engel bu enerjiyi elde etmede kullanılan teknolojinin hâlâ çok pahalı oluşudur. Hem kurulumu hem de bu yüksek teknolojili aygıtlar için yapılacak harcamayı düşürmek için daha etkin yöntemler üzerine çalışılıyor. Etkinliği ve verimi artırmak için Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT) öğrencilerden oluşan bir araştırma grubu yüksek teknoloji çözümleri kullanmak yerine sıradan malzemelerle çözüm yolları üretmek için bir çalışma yapmış. Ortaya şaşırtıcı bir sonuç çıkmış: Güneş ışınları 1000 kat yoğunlaştırılmış ve yüksek verim alınmış.

üşündükleri sitenin ilk örneğini geçtiğimiz aylarda yapan öğrenciler 4 m²lik aynalardan oluşan bir çanak yapmakla işe koyulmuş. Bu çanakta güneş ışığını kusursuz bir şekilde yansıttı odaklayacak yumuşak yüzeyli aynalar yerine hafif banyo aynaları kullanılmış. Aynaları çanak şeklinde tutacak çerçeveler alüminyum borulardan ya-



Foto: Donna Coveney (MIT)



©Solaria

pılmış. Aynaları yerinde tutmak ve bağlamak için de herhangi bir nalburda bulunabilecek vidalar kullanılmış. Tüm bu malzemelerin seçiminde fiyatlarının düşük olması, dayanıklılık ve kolay montaj gibi etkenlere dikkat edilmiş. Çanağın güneşi otomatik olarak izlemesi için geliştirilen kontrol mekanizması da çok basit. Çanağın iki yanına çanağı hareket ettiren motorun işlemlerini sağlayan fotoseller yerleştirilmiş. Üzerlerine gölge düştüğü zaman bu fotoseller küçük bir elektrik motoruna komut vererek çanağın güneşe yönelmesini sağlıyor. Tabii ki kullanılan elektrik motoru

da yine olabildiğince eski bir model. Çünkü bu projede amaçlanan, her elemanın basit ve ucuz olması.

Büyük şirketlerin geliştirdiği yöntemlerde yüksek teknoloji ürünleri kullanıldığı için hâlâ çok pahalı oldukları vurgulanıyor. Amaç geleneksel olarak kullanılan fotovoltaik pilli güneş panellerinden bile daha ucuza -ama onlar kadar da verimli- bir yöntem geliştirmek ve güneş enerjisi kullanımının yaygınlaşmasını sağlamak.

Geliştirilen sistemde güneş ışınları çanak yüzeyinden 3,5 m üstte odaklanıp yoğunlaşıyor. Bu nedenle çevredeki

binalara ya da üstten geçen uçaklara zarar vermesi olanaksız. Kullanılmadığı zaman da çanak örtülüyor. Yoğunlaştırılan güneş ışığı o kadar güçlü ki sisteme dikkatli yaklaşmak gerekiyor. Geliştirilen yeni yöntem bu yüzden ne yazık ki arka bahçenizde kullanmaya -şimdilik- uygun değil. Proje üzerine çalışan öğrencilerin ışığı yansıtmak için beyaz giysiler giydiği ve koruyucu gözlük taktığı düşünülürse, bu sistemin güneş çiftliklerinde kullanılmasının daha uygun olduğu anlaşılır. Öğrenciler olası güvenlik riskleri üzerinde çalışıyor ve bunları gidermek için gerekli önlemleri alıyor.

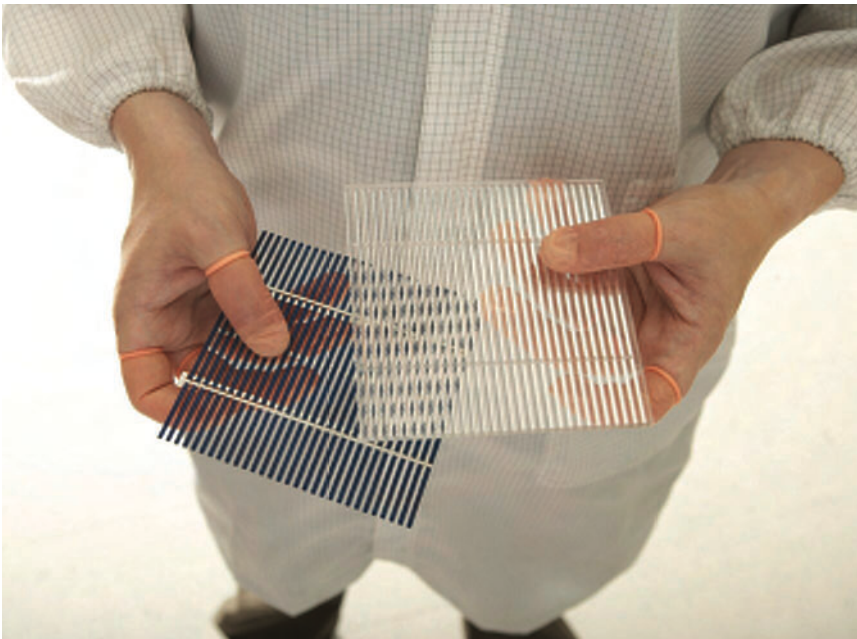
Bu kadar düşük teknolojiyle güneş ışınlarının 1000 kat yoğunlaştırılması sayesinde geliştirilen bu çanak ısı ve elektrik üretecek. Hem de bugünün fiyatlarıyla yarışabilecek düzeyde. Otuz yıl boyunca kullanılabileceği düşünülen bu yoğunlaştırıcı çanakların güneş enerjisi konusunda yeni ve sıra dışı bir yaklaşım getirdiği açık.

Maliyeti düşürmek için başka çalışmalar da yapılıyor. Güneşpanellerinde silikonun yoğun bir şekilde kullanılması, silikon endüstrisini talebi karşılama konusunda sıkıntıya sokuyor. Solaria adlı şirket de bu düşünceden yola çıkarak ürettiği güneş panellerinde normalde kullanılanın yarısı kadar silikon kullanmış ve buna rağmen piyasadaki öteki güneş panellerinin %90'ı kadar elektrik elde etmeyi başarmış. Güneş panelleri olabildiğince büyük bir alandan güneş ışığı toplayarak bunu elektrığe dönüştürür. Şirket silikon panellere ince şeritler şeklinde, birbirinden ayrı olarak yerleştiriyor. Panelin üstünü kaplayan plastik bir yüzey tüm güneş ışığını toplayarak ışınları tıpkı bir baca gibi bu şeritlere aktarıyor. Plastik, silikona göre daha ucuz olduğu için de bu panellerin fiyatı piyasadakilerden %10-30 oranında daha düşük.

Atık Gazlardan Hidrojen

Kanadalı Shec Labs şirketi de geçenlerde güneş enerjisini çok etkin ve verimli kullanmayı sağlayan bir yöntem geliştirdiğini duyurdu. Geliştirilen yöntemde güneş enerjisi yine yoğunlaştırılıyor ve yansıtılarak bir odak noktasında toplanıyor.

Güneş ışınları yoğunlaştırılarak güneştekinin 5000 (hatta endüstriyel alan



©Solaria



da 11-16.000) katı yoğunluğa ulaşıyor. Yoğunlaştırılan bu enerji odak noktasında o kadar yüksek bir ısınmaya yol açıyor ki neredeyse Güneş'in yüzey sıcaklığına -6000°C- çıkıyor. Odak noktasında böylesi yoğun bir enerjiyi yakalamak için araştırmacılar bu yüksek sıcaklığa dayanabilecek bir alıcı geliştirmiş. Güneş enerjisi alıcıları topladıkları enerjinin büyük bir bölümünü kullanamaz ve bu enerji yeniden çevreye yayılır. Bu olguya yayılım kaybı denir. 850°C'ta işleyen alternatif yakıt üretim sistemlerinde bu yayılım kaybı yüksek olur. Geliştirilen yöntem, bu sıcaklıkta yalnızca %5 yayılım kaybına yol açtığı için enerjinin büyük bir bölümü kullanılabilir. Bu nedenle de bu sistemin güneşten enerji elde etmek açısından en verimli yöntem olduğu ileri sürülüyor.

35 cm²lik parabolik aynaların kullanıldığı sistemde güneş ışınları silindirik bir tüpe odaklanıyor. Tüp yüksek yansıtma özelliği taşıyan bir kaplamayla boyanmış ve fotoğraf makinesi merceği gibi bir diyaframı var. Tüpe giren güneş ışığının %95'inin yakalanmasını da bu diyafram sağlıyor.

Yöntemin geliştirilmesi ve sürecin etkin bir şekilde işlemesi için farklı malzemeler üzerindeki çalışmalar sürdürülüyor. Bu sistemin elektrik gücü üretimi, ısıtma, su arıtımı, hidrojen ve başka alternatif yakıtlar elde etmek için gaz sentezlemesi gibi süreçlerde kulla-

nılması düşünülüyor. Araştırmacılar bu sistemi geliştirmekle uğraşadursun sistem şimdiden kullanılmaya başlanmış bile. Texas kentindeki bir atık depolama sahası bu sistemi kullanarak filusunda bulunan 5000 aracı bu sistemden elde ettiği yakıtla çalıştırmayı düşünüyor. Ayrıca şirket toplamda 3 GW güç üretecek altı güneşçiftliği kurmak üzere çeşitli ülkelerle anlaşmış. Sistemi kurmak ve işletmek pahalı olsa da 5-15 yıl içinde sistemin maliyetini çıkaracağı düşünülüyor. Bu sistem, ışığı MIT öğrencilerinin geliştirdiği sistemden 1000 kat daha yoğunlaştırabilir.



Daha Büyük GüneşPilleri

İsrail'deki Bar-Ilan Üniversitesi Nanoteknoloji Enstitüsü'nden araştırmacılar normal bir güneş pilinin 100 katı büyüklükte bir güneş pili üretti. Silikon tabanlı güneş pillerine benzer bir mantıkla üretilen bu güneş pili onlarla aynı verimlilikte. Ancak bu yeni güneşpili'nin üretim maliyeti çok düşük.

Daha önceleri 1 cm² büyüklüğünde fotovoltaik piller de üreten araştırmacıların yeni güneş pili 10 cm² büyüklüğünde. Birbirine bağlı küçük güneşpillerini bir dizi şeklinde oluşturan araştırmacılar bu pillerin arasındaki bölgelere düşen güneş ışınlarından yararlanılamadığını gördü. Kullandıkları teknoloji, iletkenliği yüksek platinyum nanonoktalar (çapları birkaç nanometre) temelinde çalışıyor. Pillerin büyümesi ve yekpare hale gelmesiyle güneşpilleri için gerekli platinyum kullanımını %40 oranında düşmüş.

Özel Kaplamalı GüneşHücreleri

ABD'deki Northwestern Üniversitesi araştırmacıları da güneş enerjisini güce çevirmek için yeni bir anot kaplama yöntemi geliştirmiş. Bu projede ince film güneş pillerinde kullanılan teknikle gazete baskısı gibi kolay ve ucuza baskı yapılarak elde edilen güneş pilleri üretmek amaçlanı-

yor: Tabii daha verimlilerini.

Günümüzde en başarılı plastik fotovoltaik pillere "toplu-heterojen hücre" adı veriliyor. Bu hücreler elektrik ileten saydam bir elektrotla (genelde kalaylanmış indiyum oksitten yapılan anot) alüminyum gibi bir metal (katot) arasında yerleştirilmiş yarı iletken polimer (bir elektron verici) ve bir fulleren (elektron alıcı) katmanlarından oluşuyor. Işık, saydam iletken elektrotla girerek ışık soğurucu polimer katmana çarptığında katot ve anodu sırasıyla hareket ettiren elektron çiftleri nedeniyle elektrik akımı oluşuyor. Hareket eden bu yükler pilin ürettiği elektrik akımıdır (foto akım) ve iki elektrot tarafından toplanır. Her iki yükün de polimer fulleren katmanı arasındaki arayüzü geçip doğru elektrot tarafından alınacağı öngörülmüş. Araştırmacılar anodu yumuşak bir nikel oksit katmanıyla kaplamış. Lazer tekniği kullanılarak yapılan bu kaplama işlemi 5-10 nanometre kalınlığında. Bu sayede ışığa maruz kalan pilin içindeki değişiklikleri (elektronların boşalttığı yerler) olarak eşsiz bir iletkenlik oluşturulmuş. Ayrıca elektronların yanlış elektrotla (anota) gitmesi de önlenerek pilin enerji etkinliği artırılmış.

Öteki anot kaplamaları karşısında geliştirilen bu nikel oksit kaplama ucuz, elektriksel olarak homojen ve kimyasal aşınmaya karşı dayanıklı. Geliştirilen bu yöntem sayesinde pilin gerilimi % 40 oranında artmış ve elektrik elde etme verimliliği de % 3-4'ten % 5,2-5,6'ya ulaşmış.

Patlamış Mısır Benzeyen Boyalı Piller

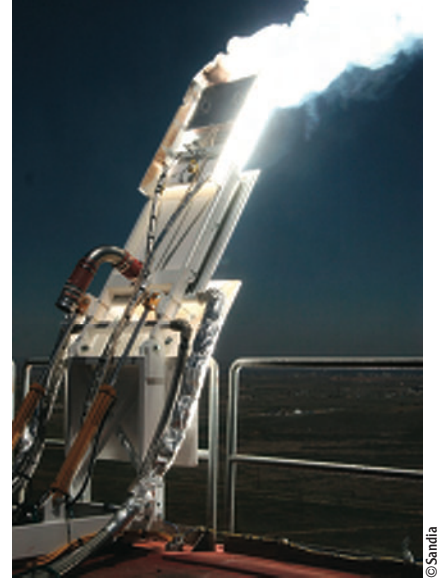
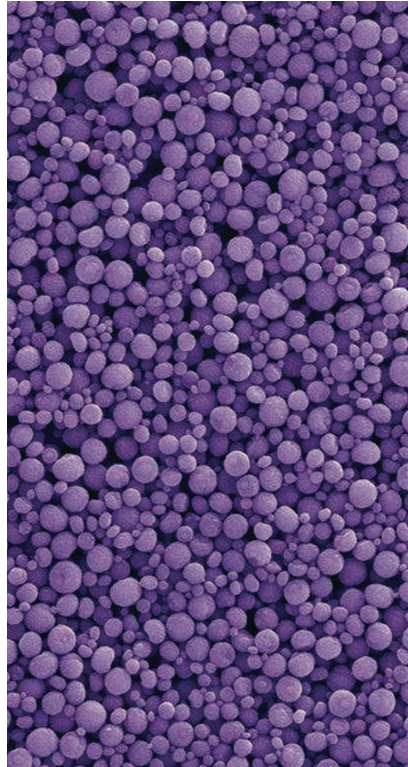
Washington Üniversitesi patlamış mısır benzeyen bir tasarımla ışığı daha çok yakalayarak verimliliği iki kat artırmayı başardı. Geliştirilen bu yöntem pillerin içindeki yapıyı patlamış mısır benzeri çok yüzeyli bir hale getirmeye dayanıyor.

Duyarlılaştırılmış boya güneş pilleri ilk olarak 1991'de bir bilimsel makalede anlatılmış. Daha esnek ve üretimi daha kolay olan bu piller elektriği var olan yöntemlerden de daha ucuza üretiliyor. Değişik yüzeyler üzerinde araştırmalar yapılarak hala verimliliğin artırılmasına çalışılıyor. Günümüzde güneş enerjisinin yalnızca %10'unu



elektriğe çevirebilen bu yöntem silikon temelli güneş panellerinin gerisinde kalıyor. Daha yaygın kullanılan silikon temelli güneş panellerinin verimliliği %20 dolayında.

Araştırmacılar var olan duyarlılaştırılmış boyalı güneş pillerinin verimliliğini artırmak yerine başka bir yola başvurmuş. Homojen yüzeyli pillerle kümelenebilir pilleri karşılaştırmışlar. Bir güneş pilinin verimi, yüzeyinde bulunan küçük zerreciklerin boyutuna bağlıdır. Küçük zerrecikler hacimlerine göre daha çok alan kaplar ve daha çok ışık soğurur. Ama kümelenebilir yüzeyi



olan piller görünen ışığın sekmesi nedeniyle daha ince ışığı yakalayabilir. Işığın pilin içinde birkaç kez sekmesi nedeniyle de enerjinin daha büyük bir bölümü yakalanır.

Birçok başka araştırmacı da küçük zerreciklerle büyük kümeleri birleştirmeye çalışmış ancak verimliliği artırmak konusunda bir başarı elde edememişti. Washington Üniversitesi araştırmacıları 15 nanometre çapında küçük zerrecikler oluşturmuş: Bu zerreciklerden 3500 tanesi anca insan saç kalınlığında. Daha sonra bu zerrecikleri bir araya getirerek 300 nanometre çapında kümeleştirmişler. Küçük zerreciklerden oluşan bu top halindeki pürüzlü yapıların iç yapısı her gram hücrede 92 m²lik bir yüzey alanı oluşturuyor. Top halindeki bu kümeler gelen güneş ışınlarını dağıtarak güneş pili içinde daha çok yol almalarını sağlamış.

Küçük zerrecikler için elde edilen en yüksek verimlilik %2,4. Mısır patlamışına benzeyen bu tasarımla elde edilen verimlilik de %6,2. Daha önceki verimliliğin iki katından da çok. Yapılan ilk denemeler bu boyalarda kullanılan ve kaplaması daha kolay titanyum oksit yerine daha dengesiz olan çinko oksitle gerçekleştirilmiş. Araştırmacılar şimdi bu tasarımlarını titanyum oksitle denemek için çalışmalarını sürdürüyor. Titanyum oksit temelli duyarlılaştırılmış boya güneş pilleri %11 verimle çalışıyor. Bilim insanları şimdi bu verimliliğin de iki katına ulaşmak ve duyarlılaştırılmış boya güneş pillerini silikon temelli güneş pilleriyle yarışacak hale getirmek istiyor.

Yüksek Verimli Güneş Pilleri, YVGH

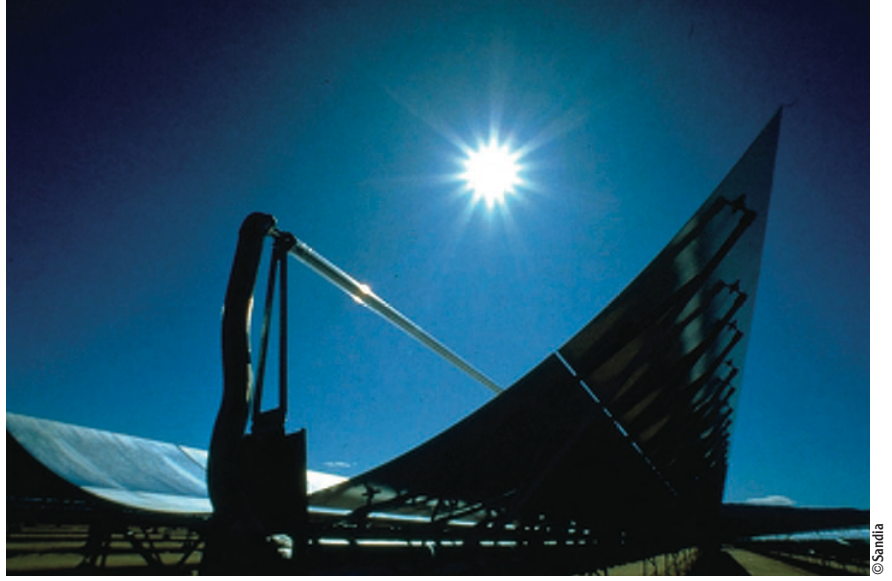
ABD Enerji Bakanlığı Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvar'ındaki (NREL) bilim insanları üzerine düşen güneş ışığının %40,8'ini elektriğe dönüştüren bir fotovoltaik aygıt geliştirdiklerini duyurdu. Bu şimdiki kadar ulaşılan en büyük verim.

Geliştirilen metamorfik, üç birleşimli güneş pili bu verimliliği 326 güneş altında sağlıyor! Laboratuvar ortamında yapılan bu deneyde bir güneş, güneşli bir günde dünya üzerine düşen ışık miktarıdır. Geliştirilen bu pil aslında daha çok uydu pazarı için kullanılacağına benzer. Bu güneş pilinin son katmanında germanyum yerine galyum indiyum fosfid ve galyum indiyum arsenid kullanılmış. Bu katman güneştayfını üç farklı bölüme ayırarak pilin bu farklı ışıkları emmeye hazır parçaları tarafından alınıp enerjiye dönüştürülüyor. Çok hafif olan bu güneş pilinin üretim maliyeti de yüksek değil.

Benzer bir yaklaşımı kullanan Delaware Üniversitesi bilim insanları %42,8 oranında verimlilik aldıkları başka bir aygıt geliştirerek NREL'nin rekorunu geçtiğimiz günlerde kırdı. 2006'daki rekor %40,7'yle başka bir şirkete aitti. NREL'nin geliştirdiği pil gibi bu pil de güneş ışığını yüksek, orta ve düşük enerjili ışığa çeviren ve fotonlardaki enerjiyi alabilecek farklı malzemelere yönlendiriyor. Aygıtın en önemli parçalarından biri optik yoğunlaştırıcıdır. Bir merceğe benzeyen bu yoğunlaştırıcı pilin doğal olarak alacağı güneş ışığından fazlasını alarak pilin verimini artırıyor. 1 cm kalınlığındaki bu yoğunlaştırıcı daha önce yapılanlardan 30 kat daha ince. Pil, güneş pillerinde en çok kullanılan kristal haldeki silikon temelli. Araştırmacılar verimi %50'ye ulaştırmaya çalışıyor. Bu kadar yüksek bir verime ulaşan piller daha şimdiden 'yüksek verimli güneş pili' adıyla anılıyor. Özel bir şirket bu alanda Delaware Üniversitesi'yle çalışmak için bir ortaklık kurmuş ve projeye 100 milyon dolar yatırmış.

NREL'deki araştırmacılar ince film güneş pilleri üzerine de araştırmalarını sürdürüyor. Bakır indiyum galyum diselenid (CIGS) yapılan ince film güneş pili %19,9 verime ulaştı.

Başka araştırmacılar normal güneş



pilleri üzerindeki enerji verimliliğini %23,2 noktasına getirdiler. Hollanda'daki Eindhoven Teknoloji Üniversitesi ve Almanya'daki Fraunhofer Enstitüsü araştırmacıları pilin önüne çok ince bir alüminyum oksit katmanı koyarak %1 oranında bir artış kaydetmiş olsalar da alüminyum için harcanan paranın düşük olması ve elde edilen verimin bu fiyata oranla çok olması önemli. Kristal haldeki silikon güneş pilinin önüne konan bu katman sayesinde daha önce %21,9 olan güneş ışığını elektriğe çevirme oranı %23,2'ye ulaştı.

Dönüştürme Verimliliği

ABD'deki Sandia Ulusal Laboratuvarları güneş çiftliğinden elde ettiği enerjiyi şebekeye verme konusunda yeni bir rekor kırdı. 1984'te %29,4 olan

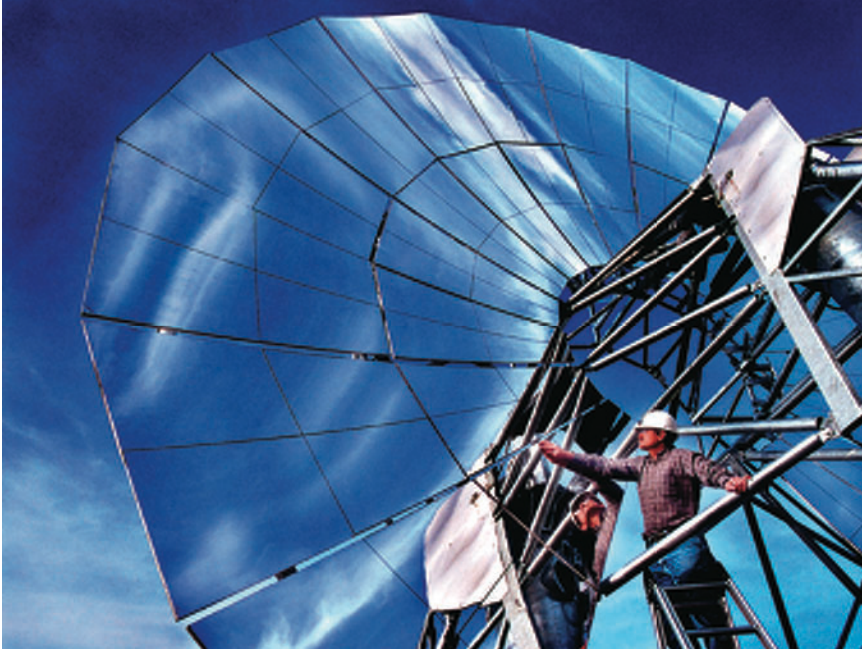
dönüştürme verimi geçtiğimiz Şubat ayında %31,25'e ulaştı.

Dönüştürme verimi şebekeye verilen enerji miktarının çanak aynalara düşen güneş enerjisi miktarına bölünmesiyle elde ediliyor. Su pompaları, izleyici motorlar ve başka aygıtlar da bu hesaba katılan öteki öğeler.

Sandia Ulusal Güneş Termal Test Bölümü'nde bulunan ve altı çanaktan oluşan enerji santrali "Seri No:3" olarak adlandırılıyor. Üzerine düşen güneş ışığından, yoğunlaştırılmış bir ışın demeti oluşturmak için her çanak 82 aynadan oluşuyor. Santral gün içinde 150 kiloWatt (kW) gücünde elektriği şebekeye aktarıyor.

Araştırmacılar verimliliği artırmak için çeşitli etmenler üzerine çalışmış. Bunlardan en önemlisi optik alanında. Çanaklarda kullanılan aynalar düşük





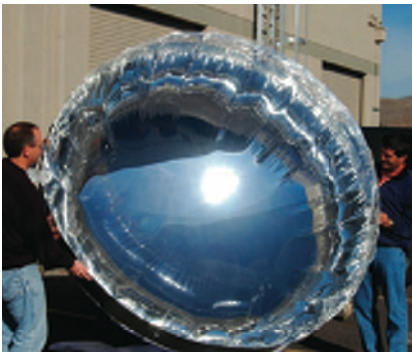
©Sandia

demirli camdan yapılıyor ve arkaları gümüşle kaplanıyor. Aynaların yüzeyleri de neredeyse pürüzsüz olarak üretiliyor. Aynalar üzerlerine düşen ışınların %94'ünü yansıtıyor. Alıcıya giren ışık demeti yaklaşık 18 cm çapında oluyor. Bu da ışığın ne kadar yoğunlaştırıldığı konusunda iyi bir fikir veriyor.

Laboratuvar iki şirketle toplamda 1750 megawattlık bir anlaşma imzalamış. Her iki güneş santrali için gereken güneş çanaklarının sayısı 70.000'i bulacak.

Balonlardan Sağlanan Güneş Enerjisi

CoolEarth (Serin Dünya) adlı bir şirket güneş enerjisi toplamak için güneş panelleri, yoğunlaştırıcı aynalar yerine balon geliştirmiş. Metalik plastik filmden yapılan bu balonların yarısı saydam. İçeriye giren güneş ışınları balonun yansıtıcı içbükey alt tabakası tarafından yoğunlaştırılarak yüksek verim-



©Cool Earth

li bir güneş paneline aktarılıyor. 2 m çapındaki balonlar yerine göre 500-1000 wat güç üretiliyor. Kablolara yerden yukarıda asılı tutulan bu balonlar güneş enerjisine bambaşka bir yaklaşım getiriyor. Balonların üretim maliyeti çok düşük. 10 megawatt gücünde bir güneş çiftliği kuracak olan şirketin 40 dönüme yakın bir arazisinde 10.000 balon kullanılacak.

Yüksek Yoğunlaştırıcı Fotovoltaik Piller

Sunrgi adlı bir şirket güneş enerjisini 2000 kez yoğunlaştırarak bunu yüksek verimli güneş pillerine aktarıyor. Bu yöntemin temelinde yüksek ısı-

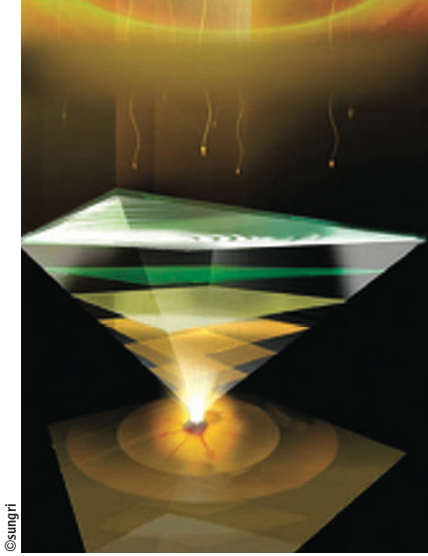
ya maruz kalan bu pillerin soğutulması var. Çift eksen üzerinde güneşi izleyen sistem var olan güneş panellerinden %175 oranında daha çok güneş ışığını yakalayıp bunu elektriğe dönüştürebiliyor. Böylece kilowatt saat başına (kWh) toptan satışı 5 cent'e elektrik üretebiliyorlar. Bu da başka yöntemlerle elektrik üretme yolunda güneş enerjisinin sonunda rekabetçi olabileceğini gösteriyor. Geliştirilen sistemin başka bir özelliği de kullanılan güneş panellerinin çok az yer kaplamasında yatıyor.

Kılcal Güneş Panelleri

McMaster Üniversitesi araştırmacıları karbon nanotüp dokusu üzerinde yüksek etkinlikli fotovoltaik malzemeden yapılmış ışık soğurucu nanotelleri üretmeyi başardığını açıkladı. Bu şimdiye kadar açıklanan ve bilinen en ilginç güneş enerjisi teknolojisi olarak kabul ediliyor. Nanoteller galyum arsenid, indiyum galyum fosfat gibi malzemelerden yapılıyor. Silikondan daha çok enerji soğurabilen bu maddeler etkin ve esnek güneş panellerinin üretimine olanak veriyor. Geliştirilen bu teknolojinin beş yıl içinde %20 verimliliğe ulaşması düşünülüyor. Kuramsal olarak da %40 dolaylarında bir verimlilik hedefi konmuş durumda. Silikondan daha verimli bu malzemenin neden güneş panellerinde kullanılmadığını soracak olursanız bunun temel nedeninin çok pahalı olması olduğunu belirtelim. Ancak nanoteknoloji sayesinde kullanılan her nanotel 10-100 nanometre genişli-



©Sandia



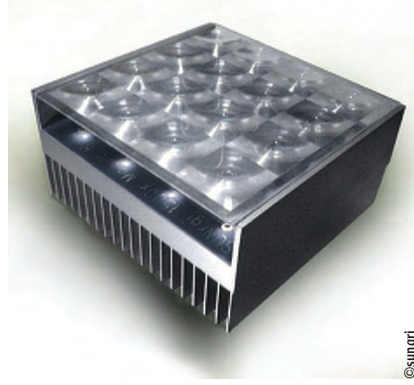
©simgri

ğinde ve 5 mikrometre uzunluğunda olduğundan bu malzemeden çok az kullanılıyor. Üretim maliyeti bu şekilde düşerken yapıları ve şekilleri nedeniyle teller etkin bir şekilde güneş ışığını soğurabiliyor. Araştırmacıların bu konuda çalışmalarını sürdürmesi için Ontario hükümeti projeye 600.000 dolar destek vermiş.

Güve Gözlü Güneş Panelleri

Güvelerin gözlemlerinden etkilenerek başka bir kılcal güneş paneli teknolojisi geliştirildi. Silikonun yansıtıcı olması nedeniyle güneş ışınlarının birçoğunun kullanılmadan yeniden atmosfere gitmesini önlemek için silikonun üzeri yansıtıcı olmayan bir yüzeyle kaplanıyor. Ancak bu yöntemin çok da etkin olmaması nedeniyle araştırmacılar güve gözünü incelemiş. Florida Üniversitesi'nde yapılan çalışmada güve gözlerinin saydam tabakasında (kornea) düzenli çıkıntılar olduğunu gözlemişler. Araştırmacılar bu çıkıntılara "meme" adını vermiş. Bu memeler öyle bir dizili ki hiçbir yansımının olmasına olanak vermiyor.

Bu dizilimi yaratmak için silikon yonga plakası üzerine sıvı haldeki nanoparçacıklar konmuş. Yonga plakası döndürülerek sıvı içinde bulunan nanoparçacıkların dağılması sağlanmış. Böylece ablon olarak kullanılacak bir tür örtü oluşmuş. Daha sonrada bu nanoparçacık yapısını alttaki yonga plakasına geçirmek için bir tür oyma bası yöntemi uygulanılmış. Anlatımı zor



©simgri

olsa da endüstriyel anlamda bu kolay bir işlem. Yansıtıcı olmayan kaplamaya göre de maliyet açısından ucuz. Bu şekilde geliştirilen paneller ışığın %2'sinden azını atmosfere gönderiyor. Yansıtıcı olmayan kaplamasız güneşpanellerinde bu oran %35-40 dolayında.

Silikon Yerine Kadmiyum

Güneş panellerinde kullanılan başka bir teknolojiye de kadmiyum tellurid kullanılıyor. Kadmiyumun silikona göre bazı üstünlükleri var. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürmek için iki farklı kadmiyum molekülü yerlidir. Kadmiyum sülfid ve kadmiyum tellurid silikondan çok daha kolay işle-

nen moleküllerdir. Kadmiyum tellurid güneş ışınlarını silikondan daha kısa dalgalarda da yakalayabiliyor. Ayrıca kadmiyum bol bulunuyor ve çinko gibi endüstride önemli yeri olan metallerin yan ürünü olarak karşımıza çıkıyor. Bu şekilde geliştirilen güneş panellerinin verimliliği hala %10 dolayında. Çok daha ucuza mal olan bu teknoloji watt başına bir dolar civarında elektrik üretebiliyor. Ancak bu teknolojinin eleştirilen bir yanı var. Kadmiyum tehlikeli bir madde ve çevresel açıdan etkileri sorgulanıyor.

Özgür Tek

Kaynaklar

- http://technology.newscientist.com/channel/tech/nanotechnology/14297-nanotubes-bring-artificial-photosynthesis-a-step-nearer.html?feedid=nanotechnology_rss20
- <http://www.technologyreview.com/Energy/21155/page1/>
- https://inlportal.inl.gov/portal/server.pt?open=514&objID=1555&mode=2&featurestory=DA_144483
- <http://www.technologyreview.com/Energy/21155/page1/>
- <http://www.eetimes.com/news/latest/showArticle.jhtml?articleID=205205758>
- <http://www.nrel.gov/news/press/2008/625.html>
- <http://www.nanosolar.com/technology.htm>
- <http://www.solaria.com/index.php?command=news&base=3&before=intro>
- <http://www.sunrgi.com/more-power-less-land.html>
- <http://www.sandia.gov/>
- <http://www.firstsolar.com/>
- <http://www.thesolarenergycompany.com/solarelectric6.html>
- <http://web.mit.edu/newsoffice/2008/solar-dish-1-enlarged.html>
- http://www.solarthinfilms.com/active/en/home/company_information.html
- <http://www.shc-labs.com/>
- <http://www.udel.edu/>
- <http://www.inl.gov/>
- <http://ucdavis.ucdavis.edu>
- <http://www.wapa.gov/>
- <http://www.dlr.de>
- <http://www.h2pia.com/>
- <http://www.energyforumucsb.com>



©WAPA