



GÜNEŞ BANTLARI

Ucuz ve esnek güneş pilleri, dünyanın yakın gelecekte yaşaması beklenen enerji krizini önleyebilir. Bu büyük bir vaat. Fakat, bir avuç yeni kurulmuş şirket ve bazı büyük şirketler, olası krizi önlemek için, plastik ve nanomalzemelerden yapılan basılabilir aygıtlar geliştirerek bu vaadi yerine getirmek üzere rekabet halindeler.

Massachusetts, Lowell'da Bulunan Konarka Technologies'de, yeni bir tür güneş pilinin yetenekleri test ediliyor. Fotoğraf filminden pek de ayırt edilemeyen esnek plastikten şeritler, yüksek şiddetli ışığın altında tutuluyor. Yaklaşık 10 cm uzunluğunda ve 5 cm eninde olan bu şeritler, ışığı elektriğe dönüştürüyor. Bunların birbirine bağlanmış birkaç tanesi, küçük bir pervaneyi çalıştırmaya yetecek kadar enerji üretebiliyor.

Güneş pilleri, kuşkusuz yeni bir şey değil. Fakat günümüze kadar, güneş enerjisini elde etmek için, ancak evlerde ve uydularda uygun bir kullanım alanı bulabilecek pahalı silikon bazlı paneller gerekliydi. Konarka'nın enerji üreten filmlerinin dikkat çeken yönüysse, ucuzluklarının yanı sıra, kaplama makineleri ve silindirlerin yer aldığı bir üretim bandının kullanıldığı imalat işlemlerinin kolaylığı. Üretim süreci, silikon güneş panellerinin yapıldığı temiz odalardaki gizemli işlemler çok, modern bir matbaanın hızlı ve kirli işleyişini andırıyor. Konarka, bu malzemenin rulolarına sahip ve şirketin mühendisleri, bunlardan mutfaklarımızdaki streç filmler gibi kullanışlı parçalar kesmeyi planlıyorlar.

Konarka'nın teknolojisi, ucuz ve her yerde bulunan güneş enerjisinin önünü açan, her yerde kullanılabilmesi umudunu veren basılabilir güneş pillerinin (fotovoltaik pil) yalnızca bir örneği. Bu piller, üretim maliyetlerinin ucuz olmasının yanı sıra (aynı miktarda enerji üreten alışılmış panellerin maliyetinin yarısından daha az) hafif ve esnekler; böylece her tür yüzeye kolayca yerleştirilebi-

liyorlar. Dizüstü bilgisayarlar ve cep telefonlarını kaplayacak esnek filmler, bunların şarj edilme gereksinimini azaltan düzenli bir enerji kaynağı olabilir. Otomobil boyasına eklenecek güneş pilleri, akülerin şarj edilmesini sağlayarak melez otomobillerin yakıt gereksinimini azaltabilir. Hatta güneş pilleri, binaların kaplamasında kullanılarak elektrik ağına enerji sağlayabilir.

Konarka gibi sayıları giderek artan şirketler, General Electric, Siemens ve çip üreticisi STMicroelectronics gibi büyük ortaklıklar, bu öngörülerini gerçekleştirmek için rekabet ediyorlar. Konarka, tüketiciye yönelik elektronik ürünlerinde ve savunma uygulamalarında kullanılacak güneş pillerini, gelecek yıl satmaya başlamayı umuyor. Siemens ise, geçen kış, kendi ürünleri olan plastik bazlı güneş pillerinin enerji çıkışını en üst düzeye çıkarmış olduğunu duyurdu. Bu, söz konusu teknolojiyi, yaygın bir alanda kullanım için uygulanabilir hale getirebilecek bir başarı.

Tüm bunları mümkün kılan, malzeme bilimlerinde atılan ve nanomalzemeleri de içeren yeni adımlar. En çok umut veren güneş aygıtlarından bazıları, iletken plastiklerden ve gözle görülemeyecek kadar küçük olup bir çözeltiye karıştırılmış nano bazlı parçacıklardan yapılıyor. Bu çözelti, mürekkep püskürtmeli basım aletlerindeki benzer bir işlemle bir yüzeye basılabilir; burada nanomalzemeler kendiliğinden düzenlenerek, plastik içinde güneş pillerinin temelini oluşturan yapılara dönüşüyor. Bunların tümü çok az insan müdahalesiyle yapılıyor. Rice Üniversitesi'nden kimyacı Richard Smalley "Burada olağanüstü olan, bu aktif ajanları herhangi bir yayılabilir ortama koyabilmemiz ve temel olarak bunları basabilmemiz" diyor. Kendisi, "buckyball" [C60] olarak bilinen ve nano güneş pillerinin birçoğunun ana maddesi olan futbol topu şeklindeki karbon moleküllerinin keşfi ne-

deniyle, 1996 Nobel Kimya Ödülü'nü paylaşmış bir biliminsanı.

Bu pilleri kömür, rüzgâr ve nükleer enerjiyle yarışabilecek kadar verimli hale getirmek çok yüksek bir hedef; ama uzmanlar bu hedefin erişilebilir olduğunu söylüyorlar. Asıl uygulamalar henüz ilk aşamada. Ancak Avusturya, Linz'deki Johannes Kepler Üniversitesi'nde bir malzeme fizikçisi ve aynı zamanda Konarka'nın danışmanı olan Serdar Sarıçiftçi "yol açıldı ve çığ başladı" diyor.

Enerjiyi Basmak

2003'te, önceki yıllardan daha fazla güneş paneli üretildi, fakat bunların ürettiği elektriğin toplamı, yalnızca 750 megavat (kömür kullanan orta büyüklükteki bir santralin ürettiğine eşit bir miktar). İyi kaliteli güneş panellerinin çoğu, 15 cm büyüklüğünde silikon kristallerinden kesilerek yapılır. Bu malzemelerse çok pahalı. Bu nedenle, güneş enerjisi de alışılmış enerji santrallerinde üretilen enerjiden 4 ila 10 kat daha pahalı.

Onlarca yıldır güneş pili üzerine araştırma yapanlar, silikona daha ucuz bir seçenek bulmaya çalıştılar. Burada asıl sorun verimlilikti: Diğer malzemeler yeterince elektrik üretemiyordu. Fakat Siemens'in, güneş pillerinde en yüksek verimi sağlayan bu yılın başlarındaki başarısı, malzeme bilimlerindeki son otuz yılın en önemli iki adımını birleştirdi: Elektriksel iletkenliği olan polimerler ve "buckyball"lar.

Güneş enerjisini tutmak için bu malzemeleri bir araya getirme fikri ilk kez, Santa Barbara'daki California Üniversitesi'nden fizikçi Serdar Sarıçiftçi ve Alan Heeger'in 1990'ların başındaki çalışmalarıyla ilgi topladı. Heeger ve Sarıçiftçi, iletken plastik ve buckyball'lardan oluşan çözeltiyi bir cam levha üzerine döküp, çözeltiyi ince bir film halinde yaymak için camı döndürerek ve filmi

elektrodlar arasına yerleştirerek ilkel bir fotovoltaiik aygıt yarattılar. İletken polimer fotonları soğurduğunda yerinden fırlayan elektronlar buckyball'lar tarafından çekilerek bir elektroda yönlendiriliyordu.

Kısacası, film bir güneş pili gibi davranmıştı. Aslında elde edilen enerji çok azdı (güneş ışığından gelen enerjinin yüzde birinden daha az). Buna karşın, basılabilir güneş pili fikri doğrulanmıştı. Böylece, fotovoltaiik bir malzeme bir yüzey üzerine tabaka halinde yerleştirilebilir ve karmaşık hazırlıklar yapmaksızın çalıştırılması başarılabildi.

Sarıcıftçı için basılabilir güneş pilleri bir takıntı haline gelmişti. 1996 yılında Kepler Üniversitesi'ne gittikten sonra, basılabilir güneş pillerinin enerji verimini artırmak için bir araştırma grubu kurmaya başladı. Gruba katılan ilk araştırmacılarından biri, genç bir polimer araştırmacısı olan Christoph Brabec'ti. 2000'e kadar Sarıcıftçı ve Brabec, plastik ve bu buckyball'larının daha iyi bir harmanını sağlayacak çözücü karışımını, sıcaklık değerlerini ve kurutma koşullarını buldular. Sonuçta, plastikten buckyball'larına daha fazla elektron gönderildi ve çıkış enerjisi iki kattan fazla arttı.

2001'de Brabec, Siemens'teki polimer fotovoltaiikleri üzerine araştırma yapan yeni bir grubun başına geçmek üzere Sarıcıftçı'nın laboratuvarından ayrıldı. Bu yılın başlarında Siemens'te, buckyball plastik pilin çıkış enerjisini, nanomalzemeleri bükerek ve daha 'endüstriyel' bir kaplama yöntemi bularak önemli ölçüde artıran, onun grubuydu. Çıkış enerjisinin neden yükseldiğinin yeterince açık olmadığını söyleyen Brabec, bunun, pilin polimerleri ve buckyball'larının daha düzgün yapılanmasıyla ilişkili olabileceğini düşünüyor. Brabec'e göre açık olan gerçek, bu pillerden daha fazla enerji elde edebilecekleri ve pillerin verimini güneşten gelen enerjinin yüzde onunu (çatıların üstünde kullanmayla ilgili uygulamalarda uzmanların eşik değeri olarak kabul ettikleri bir yüzde) yakalayacak şekilde bir kez daha ikiye katlayabilecekleri. "Bu verimin yükselmeye devam edeceğinden eminiz" diyen Brabec, büyük ölçekli üretimin mümkün olduğunu göstermenin zamanı geldiği görüşünde. "Bizim şimdiye dek yaptıklarımız, temiz bir odada üretilen ve en büyüğü 15 cm olan pillerdi" diye açıklıyor şöyle ekliyor: "Mantıksal ola-

rak bir sonraki adım, laboratuvardan çıkıp endüstriyel koşullarda rulolar dolusu üretim yapmaya uğraşmak." Brabec, gelecek yıla bunu gerçekleştirmeyi umuyor.

Gözalıcı Başlangıçlar

En azından yeni kurulmuş bir şirket, Siemens'ten önce bu hedefe varabilir. Konarka şimdilerde, gelecek yıl satışa başlamayı umduğu yeni fotovoltaiik filmlerinin üretimiyle ilgili çalışmalarını hızlandırıyor. Siemens'inkinden farklı olarak Konarka'nın filmlerinde buckyball'lar değil, bunun yerine, ışık soğuran boyalarla kaplanmış, bir elektrolitte yıkanmış ve plastik filme gömülmüş çok küçük yarıiletken titanyumdioksit parçacıklar kullanılıyor. Konarka'nın güneş pili de Siemens'inki gibi kolay ve ucuz bir şekilde üretilebiliyor.

Konarka, tüketiciye yönelik ürünlerinde kısa dönemde bir sonuç bekliyor. Genel müdür yardımcısı Daniel McGhan'a göre, dizüstü bilgisayarlar ve cep telefonları gibi enerjiye aç elektronik ürünlerinde (ayrıca pilli ve ışığa duyarlı herhangi bir alette) Konarka'nın esnek filmleri başarıyla kullanılabilir. Üstelik güneş pilleri sayesinde evlerde

ve işyerlerinde kullanılan birçok elektronik alette, fabrikalarda her yana dağılmış gaz ve sıcaklık algılayıcılarında enerji sağlayan kablolarla gerek kalmayabilir.

Yolun aşağısında araştırmacılar, nano güneş pillerinin enerji çıkışını artırmayı ve bunları hemen her yüzeye püs-kürtecek şekilde daha kullanışlı bir hale getirmeyi planlıyorlar. California'nın Palo Alto kentinde yeni kurulmuş ve 5 milyon dolarlık bir kaynak sağlamış olan Nanosolar bu fikri uygulamaya geçirmeye çalışıyor. Şirket nanomalzemeleri, tamamen düzenlenmiş yapılara otomatik olarak yerleştirmek için en son teknikleri kullanıyor ve bu işlemlerin tümü, önceden mümkün olandan daha büyük bir denetim altında yapılıyor.

Nanosolar'ın yaklaşımı oldukça basit. Araştırmacılar alkol, yüzey aktif madde (deterjanlarda kullanılanlar gibi) ve titanyum bileşiklerinin bir kokteyli metal bir yaprak üzerine püskürtüyorlar. Alkol buharlaşırken yüzey aktif maddenin molekülleri ince uzun tüpler oluşturacak şekilde bir araya geliyor ve çevresinde titanyum bileşiklerinin toplanıp birleşebileceği moleküler bir iskele oluşturuyorlar. Yalnızca 30 saniyede, içinde birkaç nanometre ge-

Elde Tutulan Güç

Konarka'nın güneş filmi hafif ve esnek olduğundan taşınabilir aletleri kaplamada kullanılabilir.





Konarka'nın yaptığı bu pil gibi, ucuz nano güneş pilleri, plastik yapraklardan oluşan rulolar kullanılarak yapılabilir.

nişliğinde delikler olan bir titanyum oksit bloğu metal yapraktan yükseliyor. Delikleri iletken polimerle doldurup, elektrodları yerleştirip, bloğu şeffaf bir plastikte kapladığımızda oldukça verimli bir güneş piliniz oluyor.

En azından kuramsal olarak, Nanosolar'ın plastik sütunundaki enerji kazanmış elektronların titanyum bileşiğine ulaşmaları için, yalnızca birkaç nanometre sıçramaları gerekiyor. Elektronlar oradan, dikey yönelmiş titanyum bileşiği boyunca hızlı ve doğrusal bir yol izleyerek bir elektroda ulaşıyorlar. "Dışarıya doğru hızlı bir yol" diyor Nanosolar'ı iki yıl önce kurmuş, olan Martin Roscheisen.

Bu teknoloji Nanosolar'a fotovoltaik pillerini binalara, araçlara ve ışıklı reklam panolarına püskürtüp onları elektrotlara bağlama olanağını sunabilir. Piller ilk başta üretim aşamasında kullanılabilir, daha sonra da istenilen yüzeylere püskürtülebilir. Bu yöntem enerji şe-

bekelerine elektrik verebilecek kadar yaygın bir hale ne zaman gelecek? Roscheisen bu konuda bir şey söylemese de, gelecek yılın sonuna kadar Nanosolar'ın güneşten gelen enerjinin yüzde onunu yakalayabilecek bir ürünün ilk örneğini yapmış olacağını vaadediyor.

Güneşten Bir Parça Işık Yakalamak

İlk uygulamalarında basılabilir güneş pillerinin, daha fazla enerji üretmeleri ya da onlarca yıllık ömüre sahip olmalarına gerek duyulmuyor. Ancak, bu uygulamaları kişisel elektronik ürünlerinden, çatılardaki kaplamalara genişletmek, öykünün diğer yarısını oluşturuyor.

Ališılmış güneş panellerindeki kristal silikondan farklı olarak, basılabilir güneş pillerinde kullanılan polimerler ve boyalar oksijene son derece duyarlı.

Bu malzemeleri savrulan kumlardan, şiddetli güneş ışığından, aşırı sıcaklık değişimlerinden ve doğanın güneş pillerinin başına bela ettiği yıpratıcı etkenlerin binlercesinden korumak için, hava geçirmeyi önleyen koruyucular gerekecek. ABD'nin Enerji Bakanlığı'nın Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı'nda bir güneş pili uzmanı olan Brian Gregg, malzemebilimcilerin bu duyarlı aletleri uzun süre koruyabilecek pratik koruyucuları kısa sürede geliştireceklerini tahmin ettiğini söylüyor ve şöyle ekliyor: "30 yıl boyunca dayanıklı olabilecek basılabilir güneş pillerini yapamayacağımıza inanmak için bir neden yok."

Aslında, basılabilir güneş pillerindeki gelişmeler ve nanoteknolojinin sunduğu giderek artan fırsatlar birçok uzmanı, teknolojinin dünyanın en büyük sorunlarından birini, yani hazır ve yenilenebilir bir enerji kaynağının nasıl yaratılabileceği sorununu çözmeye neredeyse hazır olduğu konusunda geçmişe göre daha iyimser bir hale getirdi. Onlardan biri olan nanoteknoloji öncüsü Richard Smalley, güneş enerjisiyle çalışan bir elektrik ağının yalnızca bir olasılık değil, kaçınılmaz ve üstelik de zorunlu bir durum olduğuna inanıyor. Smalley, nanoteknolojinin, ekonomik olarak uygulanabilir güneş pillerinin yaygın kullanımını gerçekleştirecek malzemeleri ve yeni araçları sağlayarak enerji sorununu çözeceği görüşünde. Ancak, bunun gerçekleşmesi için, milyarlarca dolarlık maddi desteğin ve dünyanın en iyi fizikçi ve kimyacılarının bu konuya odaklanarak çalışmalarının gerekli olduğuna inanıyor. Smalley, iki yıldır ABD'li dolaşıyor ve nanoteknolojiyi kullanarak sürekli bir enerji kaynağı yaratmak üzere, günümüzün Manhattan Projesi olabilecek bir girişimin başlaması için çağrıda bulunuyor.

Bu uzun dönemli bir hedef. Bu arada dünyadaki Konarka ve Siemens gibi şirketler, güneşten nasıl enerji sağlayabileceğimiz ve yaşamımızda elektriği nasıl kullanacağımız konusunda ilk adımları atmaktalar. Smalley'nin ileri sürdüğü gibi bu bir Manhattan Projesi olmayabilir; ancak, kritik kütleye bir anda ulaşabilecek ve hızla gelişen bir girişim olduğu kesin.

Peter Fairley. "Solar-Cell Rollout". Technology Review, Temmuz-Ağustos 2004

Çeviri: Canan Öktemgil Turgut

Güneş Pillerinde Devrim: Basılabilir Güneş Pilleri

GENERAL ELECTRIC, Schenectady, New York

Güneş pili yapma amacıyla, basılabilir aydınlatma panelleri için geliştirilmiş yöntemleri uyarlıyor; yüzde on verimle çalışacak bir güneş pili için uğraşıyor.

KONARKA TECHNOLOGIES, Lowell, Massachusetts

Yarıiletken parçacıklardan yapılmış güneş pilleri üretiyor; yüzde beşlik bir verimle çalışacak pilleri 2005'e kadar pazara sürmeyi planlıyor.

NANOSOLAR, Palo Alto, California

Titanyum bileşikleriyle iletken plastikten oluşan ve yüzeylere püskürtülecek güneş pillerini test ediyor; yüzde on verimle çalışacak bu pilleri en geç 2005'te üretmeyi planlıyor.

NANOSYS, Palo Alto, California

Fotovoltaik kaplamalar için, iletken plastikten kendiliğinden yönelebilen nanoparçacıklar geliştiriyor; bunları birkaç yıl içinde ticari amaçlı çatı kaplamalarında kullanılabilecek hale getirmeyi planlıyor.

SIEMENS, Erlangen, Almanya

Güneş pilleri ve fotodetektörler üretmek için buckyball'ları ve iletken plastikler üzerine araştırma yapıyor; 2005'e kadar, kullanışlı ve esnek piller üretmeyi planlıyor.

STMICROELECTRONICS, Cenova, İsviçre

Güneş pilleri yapmak için, buckyball'lar ve bakır atomlarını içeren karbon bazlı molekülleri harmanlamayı planlıyor; araştırmalarını verimlilik ve uygulanabilirlik üzerine yoğunlaştırmış.