

Fotovoltaik Liflerle Elektrik Üreten Tekstiller



Son yıllarda özellikle petrol, kömür ve benzeri fosil yakıtların kullanılmasının yol açtığı zararlar nedeniyle araştırmacılar yenilenebilir, temiz enerji teknolojilerine ve bunların kullanılması ile ilgili çalışmalara yoğunlaşmışlardır. Yenilenebilir enerji elde etme yöntemleri arasında, belki de en ilginç, sınırsız kullanım potansiyeline sahip güneş ışığından yararlanarak elektrik üreten fotovoltaik enerji teknolojisidir. Fotovoltaik malzemeler son yıllarda, taşınabilir elektronik cihazlara elektrik sağlamak amacıyla, tekstil ürünleri ile birlikte kullanılıyor. Günlük yaşamda etkin olarak yer alan giyilebilir fotovoltaikleri hayata geçirmek amacıyla, organik esaslı nanokompozit malzemelerin kullanıldığı verimli, esnek ve hafif fotovoltaik lifler üretmek için çalışılıyor. Böylece elektrik enerjisini ışık olan her yerde elde edebilecek ve kullanabileceğiz.

Dünya genelinde, son yıllarda tekstil sektörünün yapısının hızla değişmesi ile Türkiye de katma değeri yüksek, daha özel ve kaliteli tekstil ürünlerinin üretimine yöneldi. Gerekli araştırma-geliştirme çalışmalarının yürütülmesi konusunda hem üniversiteler hem de özel sektördeki firmalar ilk adımları attı, yenilerini atmaya da devam ediyor. Ön plana çıkmaya başlayan ürünler arasında, enerji elde eden veya dönüştüren, kendi kendini temizleyen, belirli ortam koşullarında faz, şekil ve renk değiştiren, iletken ve benzeri özellikteki akıllı malzemeler kullanılarak üretilen tekstil ürünleri sayılabilir.

Farklı bilim alanlarındaki araştırmacılar, doğadan öğrenerek insanlık ve dünya için daha ileri teknolojiler geliştirilmesine yönelik araştırma ve çalışmalar yapıyor. Doğa pek çok yeniliğin esin kaynağı... Bunlardan bir tanesi de doğadaki fotosentez olayından esinlenen fotovoltaik piller. Fotosentezin ışık etkisiyle gerçekleşen reaksiyonları, güneş pillerinde elektrik üretilmesi ile benzerlik gösteriyor. Günümüzde, dünyanın içinde bulunduğu durum ve yenilenebilir enerji ürünlerine olan ihtiyaç nedeniyle artık güneş pilleri konusunda daha uzun vadeli çalışmalar yürütü-

lüyor. Güneş pillerinin tekstillerle birlikte kullanılması ise hayatımızı kolaylaştıracak yeni taşınabilir ürünlerin kapısını açıyor.

Fotovoltaik Tekstiller

Fotovoltaik tekstiller, bir tekstil malzemesinin kendi kullanım özelliklerini kaybetmeden güneş ışığından ve benzeri ışık kaynaklarından yararlanarak elektrik üretebilen yapılarla birlikte kullanılması ile elde edilir. Fotovoltaik etki gösteren bir tekstil malzemesi elde etmek için ya üretilmiş uygun bir güneş pili textile entegre edilir ya da fotovoltaik yapı, lif gibi küçük tekstil yapılarıyla birlikte imal edilerek daha sonra daha büyük fotovoltaik tekstil yapıları (iplikler veya örme, dokuma veya dokusuz yüzey kumaşlar gibi) oluşturulur. Günümüzde ticari olarak satışta bulunan fotovoltaik giysi ve tekstil aksesuarlarında genel olarak tekstil ürününe tabaka halinde entegre edilmiş inorganik esaslı güneş pili malzemeleri kullanılıyor.

Ticari bir güneş ceketi, fotovoltaik çanta ve rulo yapılabilir esnek fotovoltaik



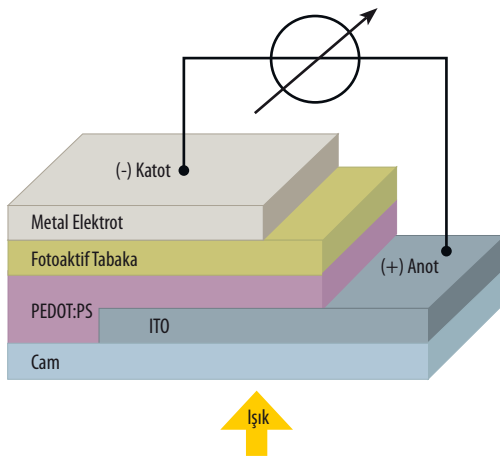


1981'de doğan Ayşe (Çelik) Bedeloğlu, 2003'te DEÜ Tekstil Mühendisliği Bölümü'nden mezun oldu. Yine aynı bölümde iplik teknolojisi üzerine yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2008 yılında Belçika, Gent Üniversitesi ve Avusturya, Linz, Organik Güneş Pilleri Enstitüsü'nde araştırmalar yaptı. 2009'da fotovoltaik etki gösteren lif geliştirilmesi üzerine doktora çalışmasını tamamladı. 2003'ten beri DEÜ Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde araştırma görevlisi olarak çalışıyor.

Organik (Plastik) Güneş Pilleri

Fotovoltaik piyasası gün geçtikçe büyüyerek yeni fotovoltaik malzemelerin ve teknolojilerin araştırılması konularına olan ilginin her geçen gün daha da artmasını sağlıyor. Bu yeni alanlardan bir tanesi de, fotovoltaik teknolojisi içinde gelişmekte olan ancak çeşitli özellikleriyle çok çeşitli yapılara daha kolay uygulanabilir olan organik güneş pilleri.

Tekstil ürünlerinde, fotovoltaik etki geliştirmek için, esneklik, hafiflik, incelik, renklilik ve düşük maliyetle büyük ölçekli üretim yapabilme olanakları nedeniyle, organik güneş pili malzemeleri kullanılması çok uygundur.



Organik güneş piline ait genel görünüm

Bugün dünya genelinde, çok sayıda araştırma grubu ve firma, bu yeni bulunan fotovoltaik malzemeler üzerinde çalışıyor. Ancak yeterli verim henüz elde edilemediği için (laboratuvar ortamında hâlâ % 10'un altında) organik güneş pilleri şu an ticari olarak çok yaygın biçimde kullanılmıyor.

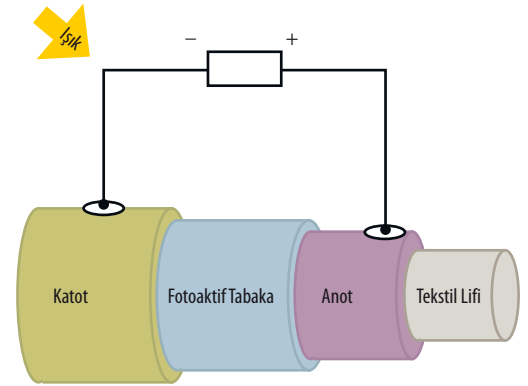
Organik güneş pillerinin temel çalışma prensibi, ışık etkisiyle yaratılmış bir yük taşıma işlemine dayanır. Işık yardımıyla üretilen elektron-boşluk çift-



Küçük bir çalar saati çalıştıran, fotovoltaik tel kullanılmış örgü yapısı (DeCristofano, 2009)

leri, fotoaktif tabakanın alıcı ve verici arayüzeyinde ayrılır. Sonra, bu pozitif ve negatif yükler uygun elektrotlara taşınır. Organik güneş pilinde fotoakım oluşumunda, aktif tabakada ışık emilimi, yük aktarma verimi ve kullanılan malzemelerin elektron ve boşluk taşıma özellikleri önemli parametrelerdir.

Elektron verici olarak görev yapan polimerlerin, uygun elektron alıcılarla karıştırılarak kullanıldığı heteroeklem yapı, organik güneş pillerinin başka ürünlerle birlikte kullanılabilmesi açısından gelecek vaat edici. Kullanılan konjüge polimerlerin yani üzerindeki karbon atomları arasında tek ve çift bağların birbiri ardına gelmesiyle oluşan polimer-



Fotovoltaik bir lif yapısı

lerin havanın oksijen ve neminden korunması için uygun koruyucu tabakaların seçilmesi ve bunların yapıya zarar vermeyecek biçimde pile kaplanması üzerinde çalışılıyor. Organik güneş pilleri için olduğu kadar OLED'ler yani organik ışık saçan diyotlar (*organic light emitting diodes*) için de ürünlerin raf ve kullanım ömürlerinin iyileştirilmesi ve verimlerinin artırılması birbirine paralel biçimde gelişen konular.

Fotovoltaik Lifler

Günümüzde çalışmalar, fotovoltaik ürün maliyetlerini düşürmek ve güneş enerjisinden daha fazla yararlanabilmek için fotovoltaik lif halinde güneş pilleri kullanımına doğru yöneliyor.

Araştırmacılar, organik malzemeleri kullanan fotovoltaik liflerle ilgili şimdiye kadar yapılan çalışmalarda, taşıyıcı tabaka olarak farklı inceliklerde sıradan veya polimer kaplı optik lifleri, ayrıca çelik telleri, polipropilen monofilament ve şeritleri kullan-



1959'da doğan Ali Demir, doktora öğrenimini Loughborough Teknoloji Üniversitesi Makine Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. Doçent ve profesör unvanlarını sırasıyla 1988 ve 1995 yıllarında aldı. Halen, İstanbul Teknik Üniversitesi Tekstil Teknolojileri ve Tasarımı Fakültesi'nde sentetik iplik üretimi, tekstüre teknolojisi ve elektrospinning yöntemi ile nanolif üretimi alanlarındaki çalışmalarına devam ediyor.

dı. Fotoaktif malzeme olarak çoğunlukla polimer esaslı malzemeler (konjüge polimer ve fulleren karışımı) veya küçük molekül ağırlıklı organik bileşikler kullanılır. Polimer esaslı nanomalzemeleri kullanarak fotovoltaik etki gösteren tekstil malzemesi elde edilmesi, üretim süreci olarak tekstil terbiye işlemleri ile benzerlik gösteriyor. Bu durum, büyük ölçekli endüstriyel üretime geçişte bir avantaj sağlıyor. Ayrıca üretilen elektriğin cihaz içinden dışarıya alınabilmesi için alt ve üst elektrotların lif üzerine veya yanına kaplanması dikkat edilmesi gereken diğer aşamalardan birisidir. Çeşitli metaller (alüminyum, gümüş, magnezyum ve benzeri) üst elektrot olarak kullanılabilir. Standart organik güneş pillerinde, elektronları toplayan üst elektrot genellikle yaklaşık 100 nanometre (nm) iken, fotovoltaik lif elde edilmesi sırasında üretilen elektrik akımını toplamak için çok daha ince bir metal tabakası (yaklaşık 10 nm) kaplanır. Böylece (yarı-)geçirgen bir elektrot tabakası sayesinde, çoğu tekstil lifi gibi, şeffaf olmayan taşıyıcı tabakalar kullanıldığına da ışığın sistem içerisine girerek fotovoltaik etkiyi oluşturması sağlanır. Alt elektrotlarda ise çeşitli metallerin yanında metal oksitler (indiyum katkılı kalay oksit gibi), iletken polimerler ve karbon nanotüpler kullanılabilir.

Fotovoltaik lifler ve bu liflerle üretilebilen fotovoltaik kumaş ve giysiler ile ilk aşamada az enerji gerektiren ve taşınabilir elektronik cihazlara (mini müzik çalar, taşınabilir bilgisayar, çalar saat, cep telefonu ve benzeri cihazlar) enerji sağlanması amaçlanıyor. Özellikle herhangi bir nedenle elektrik enerjisi kaynaklarından uzak yerlerde çalışmak zo-



runda kalan (örneğin askeri amaçlı) ya da bulunan (örneğin spor amaçlı) insanlar yanlarındaki elektronik cihazları, fotovoltaik giysileri veya çadırları ile elde ettikleri elektrikle çalıştırabilir ve şarj edebilirler.

Güneş pili yapılarının optimize edilmesi, yeni ve ileri özellikli fotoaktif malzemelerin geliştirilmesi ve kullanılması ile mevcut üretim yöntemlerinin iyileştirilmesi sonucunda, gelecekte daha verimli organik güneş pilleri elde edilebilecek ve esnek organik fotovoltaik lifler, etkin bir şekilde günlük hayatımızda kullanılmaya başlanacak. İstenilen verimde ve kararlılıkta malzemelerin elde edilmesinden sonra, ilgilenecek diğer bir konu, elde edilen elektrik enerjisinin uygun biçimde kullanılması ve depolanması için gerekli fotovoltaik tekstil ürün tasarımlarının yapılması olacak.

1948 yılında Uşak'ta doğan Yalçın Bozkurt doktora öğrenimini Ege Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. Doçent ve profesör unvanlarını sırasıyla 1988 ve 1994 yıllarında aldı. Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü'nde iplik teknolojisi, fabrika tesisleri, iplik ve dokuma işletmelerinde proses kontrolü alanlarındaki çalışmalarına devam ediyor.



Kaynaklar
Bedeloglu, A., Demir, A., Bozkurt, Y., Sariciftci, N. S., "A flexible textile structure based on polymeric photovoltaics using transparent cathode", *Synthetic Metals*, Cilt 159, Sayı 19-20, 2009.
Brabec, C. J. ve diğ., *Organic Photovoltaics Concepts and Realization*, Springer, 2003.
Green, M. A. ve diğ., "Solar cell efficiency tables (Version 33)", *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, Cilt 17, 2009.
Lee, M. R. ve diğ., "Solar power wires based on organic photovoltaic materials", *Science*, Cilt 324, 2009.

Liu, J. ve diğ., "Fiber-based architectures for organic photovoltaics", *Applied Physics Letters*, Cilt 90, 2007.
O'Connor, B. ve diğ., "Fiber based organic photovoltaic devices", *Applied Physics Letters*, Cilt 92, 2008.
Günes, S., Beugebauer, H., Sariciftci, N. S., "Conjugated polymer-based organic solar cells", *Chemical Reviews*, Cilt 107, 2007.

