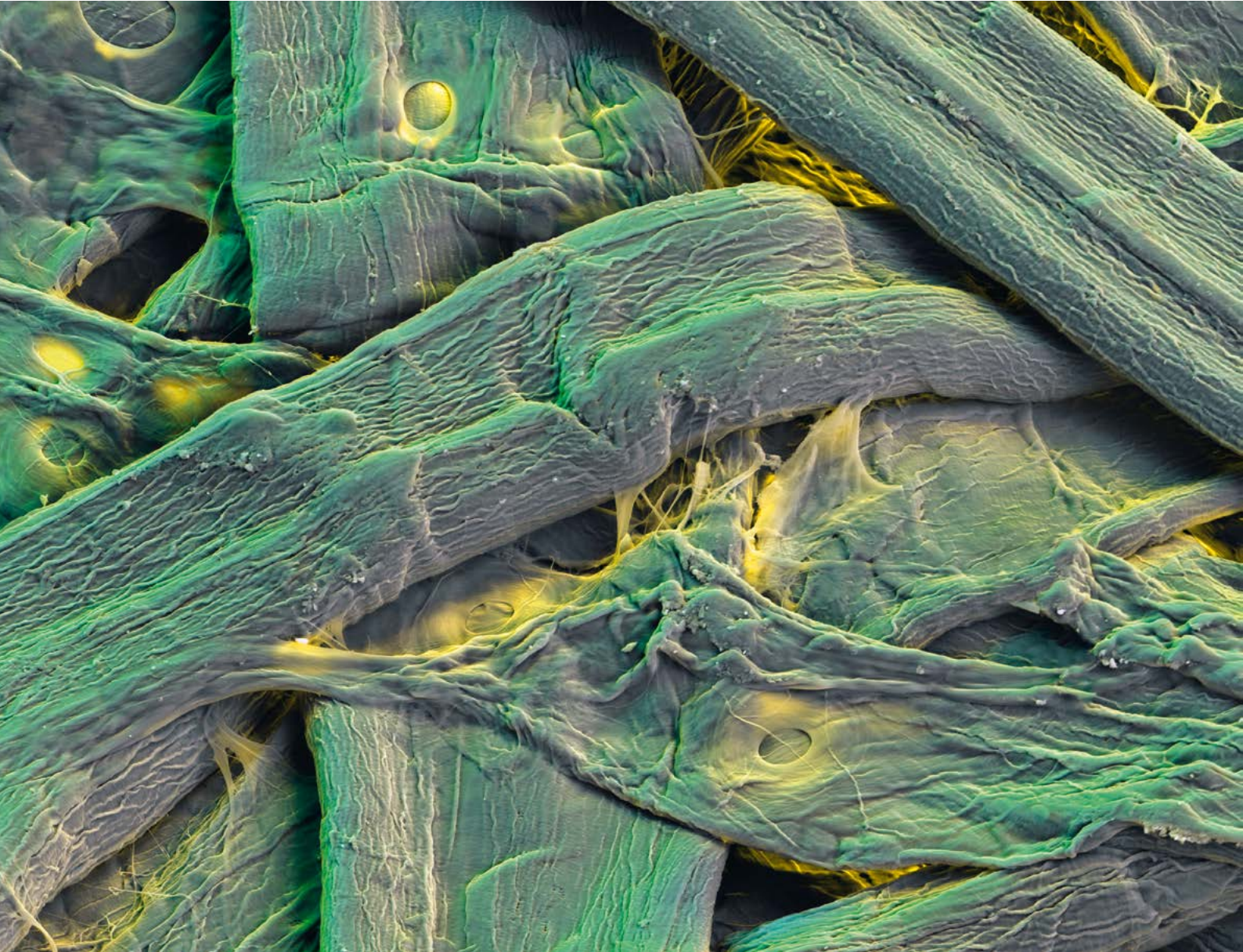


# Kâğıttan Zırha, Süngerden Güneş Gözesine Nanoselüloz

İnsanoğlu hayallerini gerçekleştirdiğinde bununla yetinmeyip kendisine hemen erişmek istediği yeni bir hayal buluyor. Bu durum bilim dünyasında da aynı. Araştırmalar yeni hayalleri, yeni hayallerse yeni araştırma konularını ortaya çıkarıyor. Araştırılan malzemelerden bazıları da popüler bilim yayınlarında “geleceğin malzemeleri” veya “harika malzemeler” olarak konu ediliyor. Harika malzemelerin pek çoğunda aşılması gereken temel problem, üretimin maliyeti oluyor. Ancak zaman zaman hem üstün özellikli hem ucuz hem de çok miktarda üretilebilecek malzemeler de olabiliyor. Bu malzemelerden biri de nanoselüloz.

Nanoselülozun  
renklendirilmiş, taramalı  
elektron mikroskobu  
görüntüsü



**S**elüloz, oduna o bildiğimiz sertliğini kazandıran, şeker moleküllerinden oluşmuş uzun zincirli bir karbonhidrat. Aynı zamanda bitkilerin hücre duvarlarının da ana bileşeni. Selüloz 2000 yılı aşkın bir süredir kâğıt üretiminde kullanılıyor. Günlük hayatta kullandığımız kâğıt, onlarca mikrometre çapında liflerden oluşur. Mikrometre büyüklüğündeki selüloz lifler önce kimyasal ve enzimatik işlemler ile sonra da yüksek basınç altında homojenleştirme yöntemiyle, 10-20 nanometre çapında ve 2 mikrometre uzunluğunda nanolifli selüloza ayrıştırılabilir. Üretim sürecine bağlı olarak, nanoselülozdan macun kıvamında iğnemsî kristaller veya spagetti benzeri lifler elde edilir. Macun kıvamındaki nanoselüloz, bir yüzeye sürüldükten sonra kurduğunda şaşırtıcı özellikler gösterir. Nanoselülozun en dikkat çeken özellikleri çok hafif olması, sağlam olması, hayli emici olması ve elektrikli iletmesi.

İğneye benzeyen kristallerin sıkıca bir araya gelmesiyle oluşan nanoselülozun sağlamlık/ağırlık oranı (özgül dayanımı) paslanmaz çeliğin sekiz katı. Ayrıca çelikten çok daha ucuza mal edilebiliyor. Nanoselüloz, zırh dendiğinde ilk akla gelen malzeme olan Kevlar kadar dayanıklı. Ayrıca Kevlar'da olmayan yenilenme özelliğine de sahip. Bu yüzden zırh ve kurşungeçirmez cam üretimi için nanoselüloz büyük bir umut.

Nanoselülozu oluşturan nanofibrillerin boyunu görünür ışığın dalga boyundan daha kısa olduğu için nanoselüloz şeffaftır. Bu yüzden pek çok elektronik firması plastiğin ve camın yerini nanoselülozun aldığı cihazlar geliştirmeye çalışıyor. Ayrıca nanoselüloz kullanarak bilgisayarlar, akıllı telefonlar ve televizyonlar için ince ve esnek ekran üretmek amacıyla araştırmalar yapan teknoloji şirketleri de var.

Nanoselülozun büyük faydasının olacağı düşünülen alanlardan biri de filtreleme. İsveç'teki Uppsala Üniversitesi'nden araştırmacılar nanoselüloz kullanılarak bir ortamdaki virüsleri uzaklaştırmakta endüstriyel filtreler kadar verimli bir filtre geliştirdi. Yüzde yüz saflıkta selüloz nanofiberlerden üretilen kâğıt filtrelerin gözenek büyüklüğü istenildiği gibi ayarlanabiliyor. Araştırmacılar Albert Mihranyan biyoteknolojik ürünlere virüs bulaşmasının aşı ve tedavi amaçlı protein üretiminde ciddi sorunlara sebep olduğunu, bu yüzden çok küçük virüsleri or-

tamdan uzaklaştırmak için kullanılacak ucuz ve dayanıklı filtrelere ihtiyaç olduğunu söylüyor. Bu çalışma geçtiğimiz Mart ayında *Advanced Healthcare Materials*'da yayımlandı. Gelecekte nanoselülozun gözenekli yapısından yararlanarak çok çeşitli alanlarda kullanılacak hayli etkin filtreler üretilmesi planlanıyor. Örneğin deniz suyundan içme suyu elde etmek veya sigaradaki tehlikeli kimyasal maddelerin solunmasının azaltmak için filtreler geliştirilebilir.

Nanoselüloz kullanılarak üretilen kâğıtların üzerine düşen ışığı iletme özelliği ise bu kâğıtları güneş gözesi uygulamaları için hayli kullanışlı kılıyor. Karbon nanotüpler, gümüş nanoteller ve kalay katkılı indiyum oksit gibi iletken malzemelerle kaplanan nanoselülozdan şeffaf iletken kâğıt üretiliyor. Bu malzemeler organik güneş gözelerinde ışığı saçmak için kullanılabilir.

Nanoselülozun özelliklerinden biri de hayli emici olması. İsviçre Malzeme ve Teknoloji Federal Laboratuvarları'nda (Empa) çalışan araştırmacıların nanoselüloz kullanarak ürettiği emici malzeme, yakıt sızmasına neden olan kazalarda çok yararlı olacak gibi görünüyor. Nanoselüloz sünger de denilen bu malzeme, su yüzeyindeki yakıtı emiyor ve tekrar tekrar kullanılabilir. Laboratuvar ortamında gerçekleştirilen testlerde nanoselüloz süngerlerin ağırlığının 50 katı kadar petrol veya motor yağı emebildiği görülmüş; üstelik bu süngerler tam kapasite emme gerçekleştiğinde bile batmıyor. *Chemistry of Materials*'ın Nisan sayısında yayımlanan araştırmada nanoselüloz süngerin sadece motor yağını değil, silikon yağı, etanol, aseton ve kloroform gibi pek çok sıvıyı da emdiği belirtiliyor. Araştırmacılar bu malzemeyi sadece laboratuvar ortamında değil gerçek olaylarda da kullanılabilir hale getirmek için çalışıyor. Bu amaçla endüstriyel ortak arayışındalar.

Nanoselüloz tabanlı malzemeler üreten ABD'deki bir tesisin yöneticilerinden Theodore Wegner, nanoselülozun potansiyelinin yeni yeni farkına varılmasının nedeninin özelliklerini keşfedecek teknolojilerin -örneğin elektron tarama mikroskobu- ancak yakın zamanlarda geliştirilebilmesi olduğunu söylüyor. Öyle görünüyor ki teknoloji ilerledikçe nanoselülozun şu an hayal bile edemediğimiz pek çok özelliği daha keşfedilecek.



Su damlası (mavi) nanoselüloz süngerin yüzeyinde kalırken, yağ damlası (kırmızı) emiliyor.



Nanoselüloz o kadar dayanıklı ki zırh üretiminde kullanılması planlanıyor.



Nanoselülozun güneş gözelerinin üretiminde de kullanılma potansiyeli var.

#### Kaynaklar

- Liangbing, H. ve ark., "Transparent and conductive paper from nanocellulose fibers", *Energy & Environmental Science*, Cilt 6, s. 513-518, 2013.
- Ferguson, W., "Why wood pulp is world's new wonder material", *New Scientist*, 23 Ağustos 2012.
- <http://www.uu.se/en/media/news/article/?id=3317&area=2,5,10,16&typ=artikel&na=&lang=en>
- <http://www.empa.ch/plugin/template/empa/3/147060/---/l=2>
- <http://www.extremetech.com/extreme/134910-nanocellulose-a-cheap-conductive-stronger-than-kevar-wonder-material-made-from-wood-pulp>