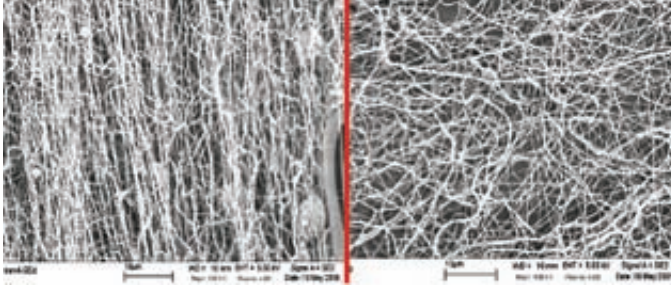


İŞLEVSEL POLİMERİK ELYAFLAR VE AKILLI TEKSTİLLER

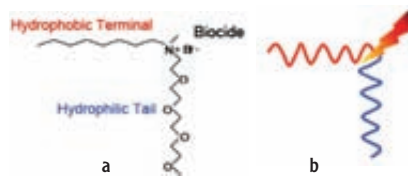


Şekil 1. Elektrodöngü yöntemiyle nano boyutlarda hazırlanabilen ağ yapılı elyaflar

Polimerik malzemelerde nano yapıların varlığı ve bunların polimerlerin çeşitli özellikleri üzerine olan etkileri yaklaşık 40 yıldır bilinmekteydi. Buna karşılık, son zamanlarda geliştirilen yeni alet ve yöntemlerle nano yapıların ayrıntılı olarak gözlenebilmeleri, polimerik malzemelerde kimyasal yapı-nano yapı-performans ilişkilerinin çok daha iyi anlaşılmasını ve kontrol edilebilmesini sağlamış bulunmaktadır.

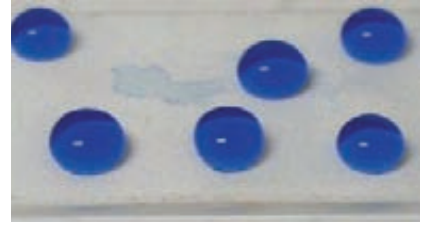
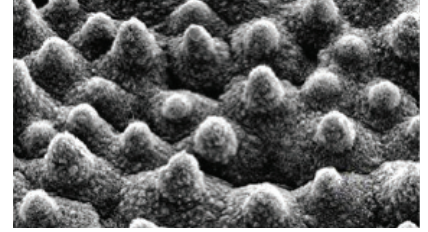
Polimerik elyafların, özellikle de fonksiyonel ve/veya akıllı elyafların performanslarını belirleyebilmek için kütle (kimyasal yapı ve morfoloji veya nano yapı) ve yüzey (kimyasal gruplar, pürüzlülük, yüzey enerjisi) yapılarının çok iyi anlaşılması gerekir. Kütle yapısı genel olarak elyafların mekanik (modül veya sertlik, uzama ve kopma kuvveti, elastikiyet), termal (ısıya dayanıklılık, yanmazlık) ve diğer fiziksel ve kimyasal (yoğunluk, kristalleşme, su emebilme, kimyasallara karşı dayanıklılık, vs gibi) özelliklerini belirler. Yüzey yapısıysa yıkanabilme, su tutma, sürtünme, bakteri ve virüslere direnç, çeşitli algılama (sensör) özellikleriyle yakından ilgilidir. Buradan da kolayca görülebileceği üzere, istenen performansa sahip, işlevsel ve/veya akıllı elyafların geliştirilebilmesi için kütle ve yüzey özelliklerinin, mümkünse birbirlerinden bağımsız olarak, çok iyi kontrol edilmesi gerekiyor. Genel olarak çok iyi kütle özelliklerini veren bir kimyasal yapı, istenen yüzey özelliklerini vermez. Bu nedenle "optimum" özelliklere sahip, çok işlevli elyafların geliştirilmesi için en uygun ve yaygın yaklaşım, aranan kütle özelliklerine sahip polimerik malzemelerin yüzey özelliklerinin çeşitli yüzey aktif katkı ve/veya kaplama malzemeleri (oligomerler, polimerler, nanoparçacıklar) ve süreçler (örneğin, elektrodöngü) kullanılarak değiştirilmesidir. Bu şekilde geliştirilen çok işlevli elyaflar, askeri giysiler, koruyucu hastane elbiseleri, yüksek performanslı spor giysiler gibi birçok alanda uygulamaya bulunmaktadır.

Genel bir örnek olarak, elastikiyeti ve dayanıklılığı yüksek, su emebilen, kendi kendini



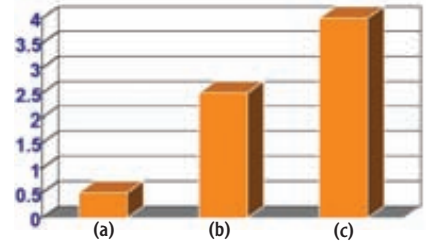
Şekil 3. (a) PÜÜ içerisine katılabilecek hidrofilik ve hidrofobik gruplar içeren bir biositin kimyasal yapısı ve (b) bu yapının şematik gösterimi [5]

temizleyebilen ve üzerinde bakteri barındırmayan işlevsel bir elyaf, aşağıda verilen yaklaşımlar kullanılarak hazırlanabilir. Elastikiyet, yüksek dayanıklılık ve su emebilme, kütle özellikleri. Bu özelliklere sahip en önemli malzemeler hidrofilik (su seven), poliüretanüre (PÜÜ) yapısındaki kopolimerler. Kendini temizleyebilme ve bakteri barındırmamaya yüzey özellikleridir. Kendini temizleyebilen yüzeyler birkaç değişik yöntemle hazırlanabilir. Bunlardan bir tanesi, elyaf olarak kullanılacak PÜÜ kopolimerinin içerisine yüzey aktif ve aynı zamanda da su itici olan flor veya silikon içeren polimerik katkı maddelerinin katılması. Ayrıca, elyafların elektrosinning yöntemi kullanılarak hazırlanması da su iticiliğini artıracaktır. Şekil 1'de gösterildiği gibi, elektrosinning yöntemi ile nano boyutlarda ağ yapılı elyaflar hazırlamak mümkün. Diğer bir yöntemse, yüzey aktif katkı maddelerinin yanı sıra, PÜÜ kopolimerine yüzey pürüzlülüğü sağlama için nanoparçacık (örneğin silika) eklenmesi. Bu da elyaf yüzeyinin Şekil 2'de gösterildiği üzere nilüfer yaprağı yüzeyi gibi bir yapıya sahip olmasını ve yüksek su iticiliği sağlayacaktır. Elyafların üzerinde bakteri yaşamasını önlemek içinse PÜÜ ile karışılabilir ve elyaf yüzeyinde kalabilen özel biositler (bakteri öldürücüler) kullanılabilir. PÜÜ içerisine katılabilecek özel bir biositin kimyasal yapısı (3-a) ve şematik gösterimi (3-b) Şekil 3'te gösteriliyor. Oligomerik katkı maddesinin biosit özellikleri, amonyum iyonu tipindeki yapıdan gelmektedir. Şekil 4'te şematik olarak gösterildiği üzere, oligomerin polieter yapısındaki hidrofilik kısmı, PÜÜ ile karışma-



Şekil 2. (a) Nilüfer yaprağının yüzey yapısı ve (b) silika nanoparçacıkları katılmış su itici bir PÜÜ yüzeyi üzerinde oluşan çok yüksek temas açılı su damlacıkları

yı ve elyafa kuvvetli bir şekilde tutunmayı, uzun bir alkil yapısında olan hidrofobik kısma, biositin elyafların yüzeyinde kalmasını ve etkin olmasını sağlamakta.



Şekil 5. (a) Katkısız PÜÜ, (b) %0.5 biosit katkılı PÜÜ ve (c) nilüfer yaprağı yüzeyine sahip %0.5 biosit katkılı PÜÜ filmlerinin *B. anthracis* sporlarına karşı olan etkinlikleri [5]

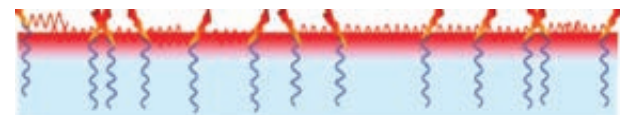
Katkısız PÜÜ (5-a), %0.5 biosit katkılı PÜÜ (5-b) ve pürüzlü bir yüzeye sahip %0.5 biosit katkılı PÜÜ (5-c) filmlerinin *B. anthracis* sporlarına karşı olan etkinlikleri Şekil 5'te karşılaştırmalı olarak verilmektedir. Burada yekseni filmler üzerine 10^7 cfu/mL miktarında konulan *B. Anthracis* sporlarından ne kadarının 48 saat sonra ölmüş olduğunu logaritmik olarak göstermektedir. Buradan kolayca görüleceği üzere pürüzlü bir yüzeye sahip, %0.5 biosit katkılı PÜÜ, en etkin korunmayı sağlamaktadır.

Prof. Dr. İskender Yılığör

Koç Üniversitesi, Kimya Bölümü
Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM)

Kaynaklar:

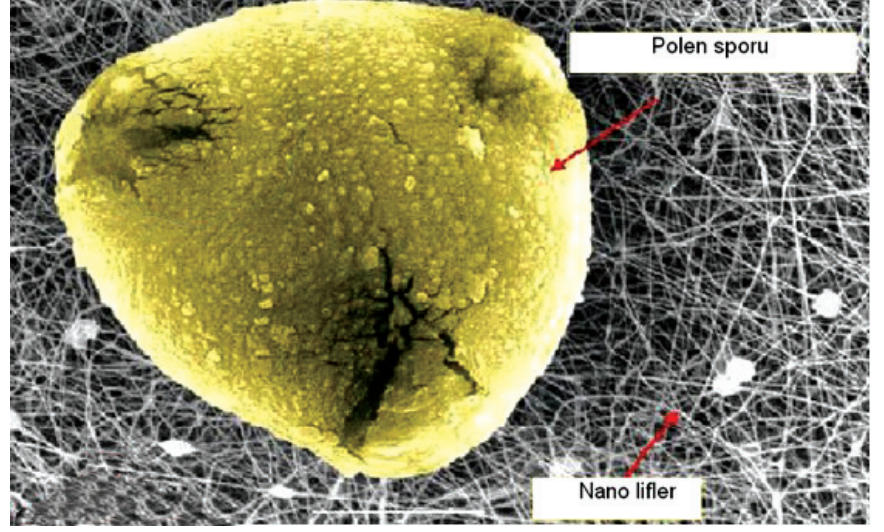
- I. Yılığör and E. Yılığör, *Polymer*, 1999, 40(20), 5575-5581
E. Yılığör, I. Yılığör and S. Suzer, *Polymer*, 2003, 44(24), 7271-7279
M. M. Demir, I. Yılığör, E. Yılığör and B. Erman, *Polymer*, 2002, 43(11), 3303-3309
M. Y. Yuca, A. L. Demirel and F. Menzel, *Langmuir* 2005, 21, 5073-5078
Luna Innovations, Blacksburg, VA, USA



Şekil 4. Hidrofilik ve hidrofobik gruplar içeren biositin PÜÜ yüzeyindeki konumunun şematik gösterimi [5]

TEKSTİLDE NANOTEKNOLOJİ

Nanoteknolojinin tekstil endüstrisinde kullanımı birçok uygulama alanı bulmuş ve ekonomik olarak çok büyük miktarlara ulaşmış durumda. Nano partiküllerin tekstil materyallerine uygulanmasıyla tekstil ürünlerine üstün özellikler kazandırılabilir. Örneğin, nano ölçekte metal oksitlerin fotokatalitik etkisi toksik ve zararlı etkiye sahip kimyasal ve biyolojik yapıları bozuyor. Bu sayede vücudumuzdaki bakterilerin oluşturduğu kötü kokular, antibakteriyel işlem uygulanmış tekstil ürünleriyle önenebilir, ya da kendi kendini temizleyen giysiler üretilebilir. Güneş ışınlarının yaydığı, özellikle cildimiz için zararlı olan morötesi (UV) ışınlar bloke edilebilir. Nano ölçekte çok ince film tabakalarının oluşturulmasıyla, nefes alabilen, fakat su ve rüzgar geçirmeyen, buruşmayan, antistatik özelliğe sahip tekstil ürünleri yapılabilir. Daha büyük ölçekli partiküller ile yapılan bitim işlemlerinde tekstil materyalinin görünüşü, tutumu ve rengi değişirken, nanoteknolojiyle kumaş özellikleri korunabilmekte ve daha fazla kaplama alanı sayesinde daha etkin kullanılabilir. Faz değiştiren malzemelerle, sınırlı süre de olsa kendi kendini ısıtan ve soğutan tekstil ürünleri yapılmakta. Tekstil kompozitlerinde kullanılan nano ölçekli madde-

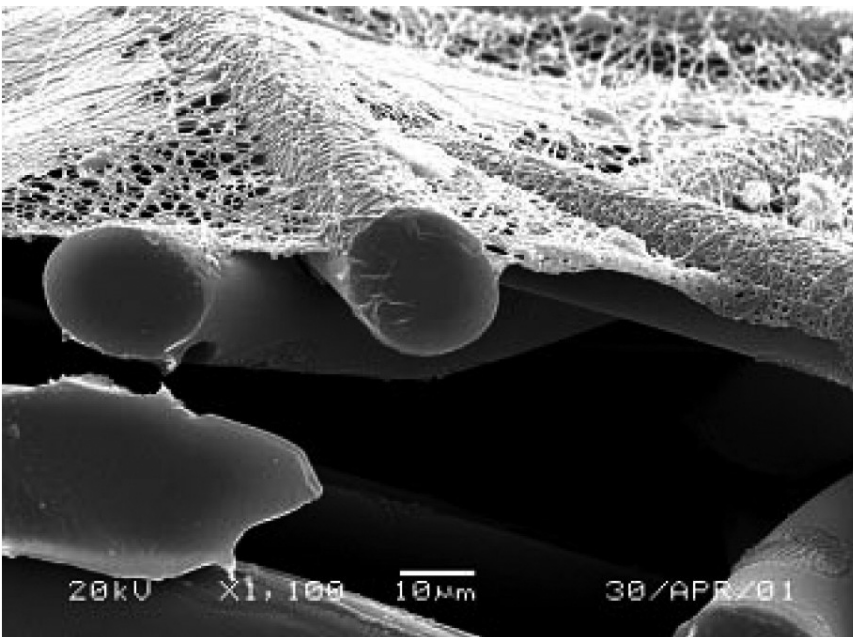


Şekil 2: Nano lifler ile polen sporunun filtrasyonu [2]

ler, matris (kalıp, taban) malzemeye olan yüksek kaplama alanından dolayı mukavemeti artırmakta, iletkenlik ve antistatik etkilerini geliştirmekte.

Nanolif üretimi ve bu liflerden tekstil yüzeylerinin oluşturulması nano teknolojinin tekstilde bir başka uygulaması olarak karşımıza çıkıyor. Nanolif tanımında genel bir uzlaşma olmamakla beraber, en yaygın olarak çapları 1 mikrondan küçük lifler için kullanılıyor. Şekil 1, diğer yöntemlerle elde edilen en ince lifle nanoliflerin karşılaştırmasını gösteriyor. Lif çapları küçül-

dükçe, elde edilen tekstil materyallerinin fiziksel özellikleri önemli ölçüde olumlu yönde değişiyor ve birçok yeni uygulama alanları buluyor. Örneğin, birim ağırlık başına kaplama faktörü diğer yöntemlerle elde edilen en ince liflere göre 40 kat artıyor ve yaklaşık 100 gr nanolifle bir futbol sahası kaplanabiliyor. Bunlar, etkileşimde bulunduğu diğer maddelerle olan yüksek temas yüzeyi sayesinde mükemmel temizlik malzemeleri. Dokusuz yüzey üretiminde lif çaplarından ötürü çok küçük gözenekler oluşturuyorlar ve filtrasyon etkisini olağanüstü artırıyorlar. Şekil 2 nanoliflerle bir polen sporunun filtrasyonunu gösteriyor. Yapay organlar, yapay damarlar, ilaç nakli, bariyer kumaşları, nanoliflerin diğer kullanım alanları. Ancak nanoliflerin aşınma dayanımları çok düşük. Bundan dolayı, özellikle filtrasyon gibi mekanik etkilerin fazla olduğu durumlarda, aşınma dayanımı yüksek diğer tekstil lifleriyle birlikte kullanımı gerekmektedir.



Şekil 1: Eriyik yöntemiyle elde edilen lifler ile nano liflerin görünüşü [2]

Yrd. Doç. Dr. Yüksel İkiz
Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi,
Tekstil Bölümü
Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi (UNAM)
Nanoteknoloji Tabanlı Tekstiller Çalışma Grubu

Kaynaklar

1. Qian, L., Hinestroza, J. P., "Application of nanotechnology for high performance textiles", Journal of Textile and Apparel, Technology and Management, Volume 4, Issue 1, Summer 2004.
2. Hedge, R. R., Dahiya, A., Kamath, M. G., "Nanofiber nonwovens", <http://web.utk.edu/~mse/pages/Textiles/Nanofiber%20Nonwovens.htm>