

Kişiselleştirilmiş Akıllı Giysi Üretimi

Dr. Tuncay Baydemir [TÜBİTAK

Elektronik tekstil ürünleri (e-tekstil olarak da adlandırılıyor) giyilebilir teknolojilerin kumaş üzerine uygulanması ile üretiliyor. Bu ürünler rahat ve göze batmayan kullanıma sahip olmaları sayesinde sağlık izleme sistemlerinde önemli rol oynamaya başladı.

Tekstil ürünlerinin çeşitli algılayıcılarla donatılması sayesinde kritik öneme sahip sağlık bilgileri gerçek zamanlı ve mobil olarak izlenebiliyor. Bu teknolojik tekstil malzemeleri, sağlık hizmetlerinin yanında askerî, sportif ve çeşitli alanlarda da kullanım buluyor.

Şimdiye kadar e-tekstil malzemeler üretilirken çok çeşitli yöntemler ve malzemeler kullanılageldi. Bunlar arasında daldırmalı kaplama, elektrokimyasal biriktirme, kimyasal ve fiziksel buhar biriktirme ve çeşitli baskı teknikleri gibi yöntemler sayılabilir. Bu teknikler uygulanarak tekstil malzemeleri üzerine iletken malzemeler entegre edilebiliyor. Ancak bu tekniklerin çoğunda ısı, vakum, öncül maddeler, plazma sistemi ve buharlaştırma gibi ihtiyaçlar nedeniyle farklı kumaş türlerine karmaşık ve kişiselleştirilmiş algılayıcı tasarımları uygulamak oldukça zorlaşıyor. Genel olarak e-tekstil malzemeleri üretilirken ise nanopartiküller, nanoteller, nanotüpler, grafit, polimerler veya kompozitler gibi bir dizi iletken kullanılıyor.

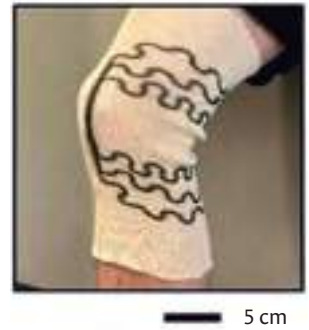
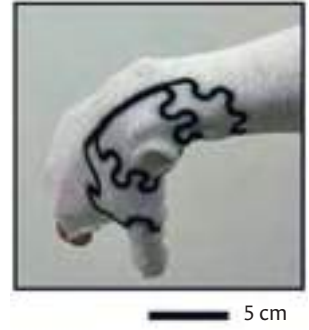
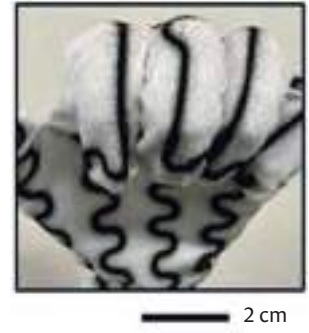
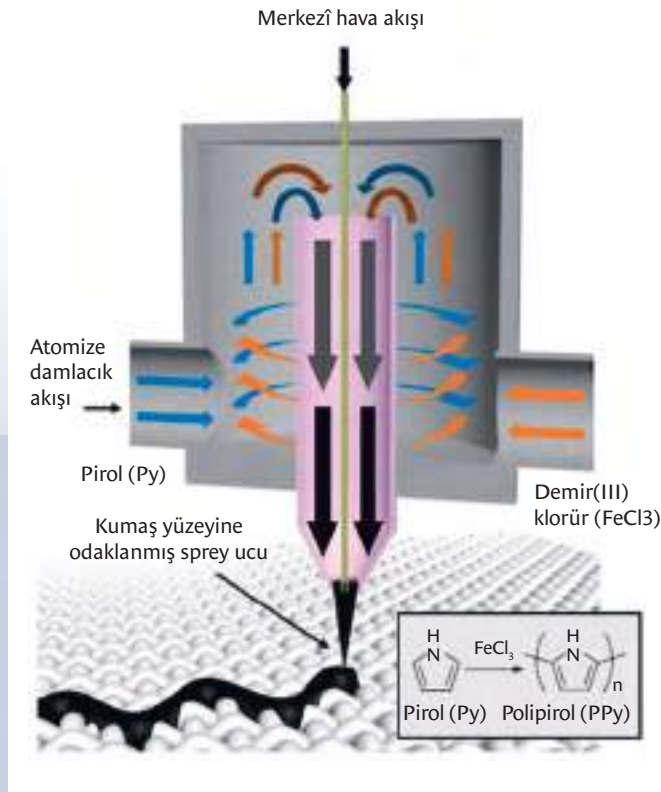
Tüm bu malzemeler arasında polipirol (PPy) iletken polimeri; mekanik yumuşaklık, yüksek elektrik iletkenliği, sentez kolaylığı, insan cildiyle uyumluluğu ile korozyon ve oksitlenmeye karşı dayanıklılığı gibi özellikleri nedeniyle e-tekstil üretiminde kullanım için öne çıkıyor. Ancak polipirol gibi iletken polimerlerin farklı kumaş türleri üzerine yüksek hassasiyet ve kesinlikte düzgün bir şekilde kaplanması, ıslak polimerizasyon işleminin doğası gereği hayli zor. Çünkü polimerleşme tepkimesi gerçekleştiğinde topaklanma ve kümelenme gibi istenmeyen olaylar ortaya çıkabiliyor ve bu da yüksek çözünürlükte baskı yapılmasını imkânsız hâle getiriyor.

Reaktif püskürtmeli baskı bu sorunun üstesinden gelmek üzere geliştirildi. Bu yöntem zemin üzerinde polimerleşme sağlayarak, yani uzun zincir moleküllerin kumaş yüzeyinde tepkimeye girmesine imkân vererek elde edilmesini sağlıyor. Böylece topaklanma ve püskürtme ucundaki tıkanıklık gibi sorunlar ortadan kalkıyor. Ancak verimli ve hızlı kimyasal karıştırma mekanizmalarının yeterince geliştirilememesi nedeniyle büyük boyutlu baskılamalarda hâlâ sorunlarla karşılaşılıyor.

Purdue Üniversitesi ve Hanyang Üniversitesi ortak çalışması ile gerçekleştirilen ve *ACS Nano* dergisinde yayımlanan çalışma ile araştırmacılar çift aşamalı bir püskürtme sistemi sayesinde sensör dizilerinin

tüketici tekstillerine programlanabilir şekilde baskı yapılmasını sağlayan yenilikçi bir yöntem ortaya koymayı başardıklarını duyurdular. Söz konusu sorunu çözmeye yönelik bu yeni bir gelişme ile yüksek verimli tekstil baskılaması gerçekleştirildi. Bunun için yüksek verimli kimyasal karıştırma ve yüksek hızlı püskürtme sayesinde baskıyı kolaylaştıran gelişmiş bir sprej teknolojisi ortaya kondu.

Geleneksel püskürtme tekniklerinden farklı olarak bu yaklaşım ile iletken polimerler kumaş üzerinde gerçekleştirilen tepkime ile elde ediliyor. Yerinde baskı olarak nitelendirilebilen bu yöntem ile oldukça büyük kumaşlarda dâhi epeyce yüksek çözünürlükte baskılama işlemleri gerçekleştirilebiliyor. Ayrıca polimerleşme tepkimesinin kumaş üzerinde gerçekleşmesi sayesinde bu tür işlemlerde yaygın olarak karşılaşılan nozül (malzemenin kumaş üzerine uygulanmasını sağlayan uç) tıkanması sorunları da ortadan kalkıyor. Tüm bu olumlu gelişmeler ile birlikte kumaşlara entegre edilen algılayıcıların performansları artarken aynı zamanda konforlu, kolay giyilebilir ve temizlenebilir özelliklere sahip kullanıcı



dostu e-tekstil ürünleri elde edilebiliyor.

Esnek kumaşlarla üretilen e-tekstiller vücuda daha iyi uyum sağlayarak ince hareketlerden daha büyük vücut hareketlerine kadar geniş bir yelpazede izleme imkânı sağlayabilir. Bunun gibi çok temel algılama uygulamalarının ötesinde, gerçek zamanlı çevresel ve biyometrik izleme, dinamik kullanıcı etkileşimi ve sanal gerçeklik deneyimleri potansiyeli taşıyan e-tekstillerin interaktif moda, spor, güvenlik donanımı ve eğlence gibi çeşitli pazarlarda büyük önem taşıyacağı ve kişiye özel olarak tasarlanabilen bu teknolojinin yakın gelecekte günlük yaşama daha da fazla katılacağı öngörülmüyor. ■

Çalışmada çeşitli formlarda üretilen e-tekstil ürünleri parmak, bilek ve diz eklemi gibi bölgelerdeki kas ve eklem hareketlerini hassas bir şekilde izlemeye imkân sağlıyor.

Kaynaklar

Chang, T., Akin, S. ve ark., "In Situ Spray Polymerization of Conductive Polymers for Personalized E-textiles", *ACS Nano*, 17, 22733-22743, 2023.
<https://www.newscientist.com/article/2402474-spray-on-sensors-can-turn-any-clothing-into-motion-sensing-technology/>