

SAĞLIK HİZMETLERİNDE AKILLI TEKSTİLLER

Nihal SARIER (İKÜ, İnşaat Müh. Böl.)

Emel ÖNDER KARAOĞLU (İTÜ, Tekstil Müh. Böl.)

“Akıllı Tekstiller” terimi, tekstillerin işlevselliğini artıran geniş bir ürün yelpazesini ve bunlarla ilgili yapılan araştırmaları ifade etmektedir. 1960’larda şekil hafızalı malzemelerin ve 1970’lerde akıllı polimerik jellerin keşfi genellikle akıllı malzemelerin ve akıllı tekstillerin doğuşu olarak kabul edildi. Akıllı Tekstiller, içinde buldukları çevrenin koşullarını algılayan, çevre ile ve/veya kullanıcı ile etkileşime girebilen, böylece kullanıcının daha fazla işlevsellik deneyimlemesine olanak tanıyan malzeme ve teknoloji içeren kumaş veya giyim ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Koşullar veya uyarılar elektrikselsel, mekanik, termal, kimyasal, manyetik, akustik veya bunların birleşimi olabilir.

Akıllı tekstiller üç alt gruba ayrılabilir:

i) Pasif akıllı tekstiller: ortamdaki değişiklikleri (örneğin sıcaklık algılayabilen “algılayıcı (sensör)” içerir;

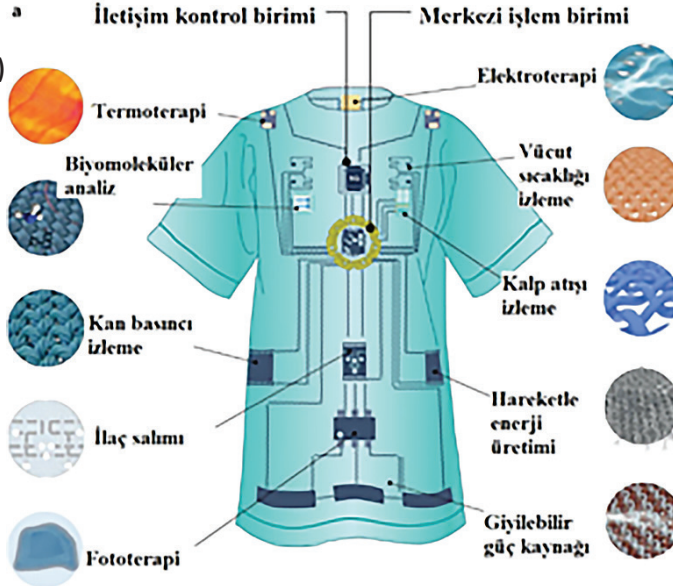
ii) Aktif akıllı tekstiller: çevreden gelen uyarıları “algılayan” sistemlerle bunlara “tepki veren” sistemleri (aktüatör) birlikte içerir;

iii) Çok akıllı tekstiller: Bir dizi ortam uyarısını algılayabilir, tepki verebilir ve davranışlarını verilen koşullara uyarlayabilir. Yeni nesil akıllı tekstillerin sağlık ve sürdürülebilirlik için giyilebilir teknolojide devrim yaratacağı öngörülmektedir.

Akıllı Elektronik Tekstillerde tarihsel gelişmeler ve güncel gelişmeler

Elektronik tekstiller (e-tekstil) akıllı tekstillerin bir alt kategorisidir. E-tekstil sistemi, gümüş kaplı kumaşlar veya iplikler, iletken mürekkepler ve polimerler, baskılı devre kartları ve tekstil dışı sensörler gibi elektronik bileşenleri içerir.

Elektronik tekstilin ilk örneği 1883 yılında Paris Konservatuarı’nda sergilenen “La Farandole Inn” balesinde ışıklı saç bantlarının kullanılmasıyla ortaya çıktı. Başlarına ışıklı elektrikli saç bantları takan sanatçılar kemerlerindeki düğmelere dokunduklarında saç bantlarındaki ışıklar yanıyordu. Bir başka dikkat çekici gelişme de 1990’ların ortalarında Massachusetts Institute of Technology’de (MIT) Steve Mann liderliğindeki bir araştırma ekibinin, geleneksel bilgisayar donanımını bir kumaşın üstüne monte ederek giyilebilir bir bilgisayar geliştirmeye başlamasıyla yaşandı. Son yirmi yılda, malzeme kimyası, elektronik ve nanoteknoloji alanındaki gelişmeler, elektroniğin tekstile entegre edilme potansiyelini genişletti. Güncel eğilim, esnek, giyilebilir ve yazdırılabilir elektronik cihazların tamamen kumaşa gömülü olduğu akıllı elektronik tekstillerin (E-tekstiller) geliştirilmesi yönündedir.



Şekil 1. Otonom Ağyapılı Giysi Sistemi
Kaynak: Nat Electron 5, 142–156 (2022).

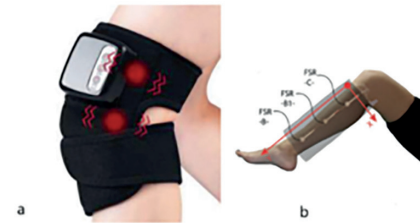
Akıllı E-Tekstillerle insan sağlığının izlenmesi ve tanı

Akıllı e-tekstiller, dijital elektronik sistemler ve bilgisayar algoritmaları yardımıyla günlük aktivitelerin ve sağlık koşullarının izlenmesini sağlar, bir kişinin fizyolojik durumu hakkında fikir verebilir ve yerinde klinik izleme ve müdahale için kullanılabilir. COVID-19 salgını, SARS COV-2 belirtilerinin erken tespiti için elektronik giyilebilir sistemlerin geliştirilmesinde bir artışa yol açmıştır. Örneğin, giysilere basılan gerilebilen sensörler göğsün genişlemesini ve dolayısıyla solunum düzenindeki sapmaları izleyebilir.

Şekil 1’de verilen giysi sistemi, kan basıncı, nabız, vücut sıcaklığı, kan şekeri gibi hayati vücut verilerinin sürekli olarak izlenmesine ihtiyaç duyan kişiler için kullanılmak üzere geliştirilen, kendi enerjisini üreten ve bu sayede otonom olarak çalışabilen ağ bağlantılı bir giysi sisteminin prototipidir.

Akıllı E-Tekstillerle tedavi

Giyilebilir e-tekstil sistemleri, geleneksel yöntemlerin yerine tedavilerde de kullanılmaktadır. Ağrı yönetimi, nöropatik ağrı ve migren ağrısı tedavileri için e-tekstil sistemleri geliştirilmektedir. Gömülü aktüatörlere sahip



giysiler, boyun ve eklem tutulması gibi rahatsızlıklar için dış iskelet ve rehabilitasyon cihazları olarak kullanılabilir. Termal terapi ve ultrason veya kızılötesi terapi gibi masaj terapisi için giyilebilir e-tekstil sistemleri de geliştirilmiştir.

Şekil 2a’da yer alan fotoğraf fizyoterapi amacıyla kullanılabilecek tekstil tabanlı titreşimli bir dizliği göstermektedir. Benzer şekilde, başka bir örnekte (Şekil 2b), insan denekler üzerinde varis tedavileri için çok katmanlı tekstil tabanlı bir sistem geliştirilmiştir.

“Markets And Markets” tarafından yapılan bir araştırmaya göre, küresel giyilebilir sağlık ürünleri pazarının 2025 yılında 46,6 milyar ABD dolarına ulaşacağı tahmin edilmektedir. Piyasada fizyolojik durum ve aktivite takibi için çeşitli giyilebilir cihazlar bulunmaktadır, ancak bunların çoğu yalnızca anlık ölçümlere izin vermektedir. Fizyolojik parametrelerin zaman veya mekânda herhangi bir kısıtlama olmaksızın sürekli olarak izlenmesi yönünde araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Kimyasal uyarılara yanıt veren e-tekstiller, diyabet, felç, kalp krizi ve Parkinson hastalığı gibi kronik hastalıklarla ilişkili patofizyolojik durumları izlemek için vücut sıvılarından biyobelirteçleri, biyomolekülleri ve metabolitleri tespit etmek için geliştirilmektedir.

Dış ortamdaki karbon monoksit, hidrojen, amonyak gibi zehirli ve tehlikeli gazlara tepki veren e-tekstiller, tehlikeli çevresel koşullarda çalışan kullanıcılara anında bilgi iletmek için uygulanma aşamasındadır. Deriden gelen elektro fizyolojik tepkilere yanıt veren e-tekstiller anormal semptomların erken tespiti için hayati sinyalleri sürekli olarak kaydetmek amacıyla geliştirilmektedir. Bu tür akıllı tekstiller, hastalıkların önlenmesinden, klinik sonuçların ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesinden üretkenliğin artırılmasına, sağlık hizmeti yükünün azaltılmasına ve sağlık bakım maliyetlerinin azaltılmasına kadar uzanan tıbbi ve ekonomik faydalar sağlayabilecektir. Akıllı tekstillerin büyük ölçekli kullanıma sunulmasının ardından veri madenciliği yetenekleri kullanılarak uzun vadeli, veriye dayalı faydalar da elde edilebilecektir.

Kaynaklar

Libanori, A., Chen, G., Zhao, X. et al. Smart textiles for personalized healthcare. Nature Electronics 5, 142–156 (2022).

Barman, J., Tirkey, A., Batra, S., Paul, A. A., Panda, K., Deka, R., & Babu, P. J. The role of nanotechnology based wearable electronic textiles in biomedical and healthcare applications. Materials Today Communications, 104055 (2022).

Zaman, S. U., Tao, X., Cochrane, C., & Koncar, V. Smart E-textile systems: a review for healthcare applications. Electronics, 11(1), 99 (2021).

Wearable Healthcare Devices Market – Global Forecast to 2025 | MarketSandMarkets. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/wearable-medical-device-market>.