



Elektronik Devrelerin Nakış İşlemi ile Kumaş Yüzeylerine Uygulanması

Application of Electronic Circuits on Fabric Surfaces by Embroidery

Oktay Pamuk¹ , Esra Zeynep Yıldız^{2*} 

¹ Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, TÜRKİYE

² Ege Üniversitesi, Emel Akın Meslek Yüksekokulu, İzmir, TÜRKİYE

Sorumlu Yazar / Corresponding Author *: esra.zeynep.yildiz@ege.edu.tr

Geliş Tarihi / Received: 20.01.2020

Kabul Tarihi / Accepted: 14.10.2020

Atıf şekli/ How to cite: PAMUK, O., YILDIZ, E.Z. (2021). Elektronik Devrelerin Nakış İşlemi ile Kumaş Yüzeylerine Uygulanması. DEUFMD, 23(67), 319-325.

Araştırma Makalesi/Research Article

DOI:10.21205/deufmd.2021236728

Öz

Günümüzde kullandığımız elektronik cihazlar hayatımızı sürdürmemiz açısından son derece önemlidir. Bu cihazların temelini oluşturan elektronik devrelerin farklı bilim dallarında kullanımı ile yeni ürünler üretmek mümkün hale gelmiştir. Ayrıca tekstil sektöründe rekabet edebilmek için konvansiyonel ürünler dışında, katma değeri yüksek ürünlerin de geliştirilmesi gerekmektedir. Elektronik devrelerin nakış vasıtasıyla tekstil yüzeyine aktarılması ile hazır giyim sektöründe kullanılan ürünlere fonksiyonel anlamda çeşitlilik katılabilmektedir. Bu çalışmada, elektronik devrelerin nakış işlemi ile kumaş üzerine uygulanması amaçlanmıştır, bu amaç doğrultusunda UV radyasyon şiddetini ölçen fonksiyonel bir devre tasarımı yapılması planlanmıştır. Bu kapsamda iletken iplikler temin edilmiş ve hazırlanan elektronik devrenin iletken iplikler kullanılarak nakış yoluyla kumaşa aktarılması sağlanmıştır. Elektronik devrelerin kumaş üzerine nakış işlemi ile uygulanması vasıtasıyla, yeni fonksiyonel ürünlerin gelişimine öncü olunması amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Nakış, Elektronik Devre, Radyasyon, İletken İplik.

Abstract

Nowadays the electronic devices are extremely important for us to continue our lives. Producing new products is possible by using electronic circuits, which form the basis of the devices, in different disciplines. In addition, in order to compete in textile industry, it is necessary to develop new products with high added value besides conventional products. By transferring the electronic circuits to the textile surface with embroidery, the functional properties can be added to the products used in the apparel industry. In this study, it is aimed to apply electronic circuits on fabric by embroidery. For this purpose, a fabric surface that measures UV radiation intensity is planned to develop. In this context, conductive yarns are provided and the electronic circuit was transferred to the fabric by embroidery using conductive yarns. It is aimed to be a pioneer in the development of new functional products through the application of electronic circuits on the fabric by embroidery process.

Keywords: Embroidery, Electronic circuit, Radiation, Conductive yarn.

1. Giriş

21. yüzyılın yenilikçi teknolojileri, moda giyim ürünlerinin üretimini ve tasarımlarını yeniden şekillendirmektedir. Giyilebilir teknoloji ürünleri kısaca vücuda uyumlu bir şekilde rahatlıkla giyilebilen ve kişilerin gündelik iş ve aktivitelerine entegre olan teknolojik ürünler olarak tanımlanmaktadır [1]. “Giyilebilir teknoloji”, “giyilebilir cihaz” ve “giyilebilirler” terimlerinin hepsi vücuda rahatlıkla giyilebilen aksesuar ve kıyafetleri temsil eden elektronik ya da bilgisayar teknolojilerini içermektedir [2]. Başka bir ifade ile giyilebilir teknoloji; giyilebilen ve giysinin bir parçası ya da aksesuarı olarak onunla bütünleşen elektronikleri kapsamaktadır [3].

Giysi ve teknolojinin bir araya gelmesi ile günümüzün giyilebilir teknolojileri, insan bedenini teknoloji taşıyıcısı durumuna getirmektedir. Elde taşınabilir mobil cihazların işlevleri (teknolojik gelişmelere paralel olarak kumaş konstrüksiyonuna katılmakta) “ikinci deri” olarak adlandırılan giysi formuna dönüşmektedir [3].

1980’li ve 1990’lı yıllarda hız kazanan giyilebilir teknolojinin gelişimi, sağlık, askeriye ve eğlence sektörlerinin gelişmesi ile 2000’li yıllarda daha da hız kazanmıştır. Teknolojideki hızlı gelişme ile daha küçük bir hal alan devreler ile giyilebilir ürünler, bireylerin gündelik hayatında kullandıkları cihazlara ve eşyalara bütünleşmiş duruma gelmiştir [2].

Bilişim, elektronik, mühendislik, tekstil gibi alanların uzmanları ile tasarımcıların ortak çalışmaları sonucunda; giysiler üzerinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin kullanılması ve teknolojinin tekstiller ile birleştirilmesi ile giyilebilir teknoloji ürünleri ortaya çıkmış olup, 2000’li yıllardan itibaren akıllı tekstiller, tekstil ve hazır giyim sektörleri içerisinde önemli bir yer edinmeye başlamıştır [4].

Kumaşlara entegre edilen algılayıcılar ile oluşturulan bu yeni ürünler algılayıcıları sayesinde toplama izni olan veriyi toplayıp kaydetmekte, kendine verilmiş olan tanımlı görev her ne ise bunu yerine getirmektedir [5]. Genel olarak, giyilebilir teknoloji çeşitli türlerde haberleşmeye, giyen kişinin gerçek zamanlı olarak bilgilerine ulaşabilmeye ve dahili belleğinde depolayabilmeye imkan sağlamaktadır [2].

Giyilebilir teknoloji pazarı, vücut sensörleri, akıllı saatler, akıllı gözlük, kişisel video kayıt cihazları, elektronik giyim eşyası ve mücevher gibi ürünleri içermektedir. Bu ürünler sağlık ve etkinlik izleme, spor performansı izleyicileri, giyilebilir web, sağlık hizmetleri, yaşam takibi, konum takibi, moda ve koruyucu giysiler gibi amaçlarla kullanılmakla birlikte, temel kullanımları sağlık, güvenlik, eğlence ve iletişim alanlarında yoğunlaşmaktadır [4].

Giyilebilir teknolojilerde büyük yenilikler yaratmak için kullanılan ilgi çekici pek çok yöntem ve malzeme bulunmaktadır. Bunları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür [3]:

- iletken mürekkepler,
- şekil hafızalı alaşımlar,
- termokromik pigmentler,
- elektronik/iletken tekstiller,
- ışık yayıcı malzemeler vb.

İletken iplikler ve tekstil malzemelerinde yaşanan gelişmeler ve elektronik bileşenlerin süregelen minyatürleştirilmesi ile elektronik tekstil (e-tekstil, iletken tekstil) alanı doğmuştur.

1.1. Elektronik (iletken) tekstiller

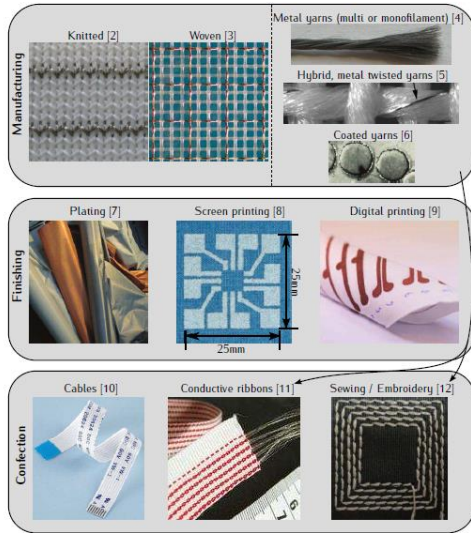
Doğal kaynaklı tekstil malzemelerinin elektriği iletmemesi, sentetik liflerin hammaddesi olan polimerlerin organik kombinasyonlarının da elektrik akımını iletebilmesi için gerekli olan serbest elektronları sağlayamaması sebebiyle tekstil materyallerinin iletkenlik özellikleri konusunda nanoteknolojik çalışmalar yoğunlaşmıştır [6].

Akıllı tekstillerin bir kolu olan elektronik tekstiller, tekstil alanında e-tekstiller veya giyilebilir elektronikler olarak bilinmektedirler. Elektronik tekstiller adından da anlaşıldığı üzere içerisinde elektronik ve tekstil yapılarının bir arada kullanıldığı ürünlerdir ve günümüzde bu ürünler elektronik kavramı altında ele alınmaktadır [7].

Elektriksel olarak iletken özellikteki tekstil yapıları; endüstri, askeri, uzay, tıp gibi birçok alanda kullanılarak, koruma, savunma, sağlık, iletişim, hesaplama, otomasyon amaçlı tekstil ürünleri olarak aktif rol almaya başlamıştır [8].

Elektronik tekstillerin ilk çıkış noktası 1850’li yıllara kadar uzanmaktadır. O yıllarda elektro terapi amacıyla yapılan çeşitli korse ve kemerlerde elektrik aksamı içeren ürünler kullanılmıştır. Sonraki yıllarda elektronik

alanındaki ilerlemelerle daha konforlu, dış etkilere karşı daha dirençli ve daha uygulanabilir ürünler ortaya çıkmaya başlamıştır [7]. Elektronik işlevleri sağlayan sistemlerin giysilere entegrasyonu konusundaki gelişmeler 1990'lı yılları takiben giyilebilen bilgisayarların gelişimi ile hız kazanmıştır [9]. 2000'li yıllara gelindiğinde dünyanın önde giden gelen markalarının geliştirdiği çeşitli ürünler tüketicilere sunulmaya başlamıştır. 2006 yılında Nike ve Apple firmaları tarafından ortak geliştirilen ürünle ayakkabı tabanlarına yerleştirilen sensörler sayesinde kullanıcının cebinde taşıdığı i-pod'a hız ve performans verilerin ulaştırılması sağlanmış ve aynı zamanda bu performansa bağlı müzik çalıştırılması çalınması da sağlanmıştır [7]. Günümüzde giysi, aksesuar, ev tekstili, mobilya gibi birçok kullanım alanında elektronik özelliklere sahip tekstillerin kullanımına dair örnekler mevcuttur.



Şekil 1. Tekstil ürünlerine elektriksel iletkenlik kazandırma yöntemleri [11]

Elektronik tekstiller ve giyilebilir bilgisayarlar, iletken kumaşlara elektronik bileşenlerin entegre edilmesiyle elde edilmektedirler. Burada önemli olan iki nokta vardır. Bunlar iletken kumaşın üretilmesi ve üretilen bu kumaşa elektronik bileşenlerin (mp3, GPS, mikrofon, algılayıcı, işlemci, vb.) entegre edilmesidir [10]. Bu akıllı materyaller, çeşitli şekillerde tekstil yapısının içine dahil edilmektedir. Literatürde yer alan bir sınıflandırmaya göre, tekstil

ürünlerinin elektriksel iletkenlik kazanmasında kullanılan yöntemler 3 başlık altında toplanabilmektedir (Şekil 1) [11].

- Lif, iplik ve yüzey üretim süreci
- Terbiye işlemleri
- Konfeksiyon üretim süreci

Bu alanda temel teşkil edecek ürün olarak iletken elyaf ilk sırada yer almaktadır. İletken elyafın direkt kullanımının yanı sıra iplik haline getirilmeleri veya dokuma, örme ve dokusuz yüzey olarak da son ürün haline getirilip çeşitli uygulama alanlarına entegrasyonu sağlanabilmektedir [7]. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde, son yıllarda elektronik devrelerin çeşitli işlemler ile tekstil materyaline uygulanması ve akıllı tekstiller ile ilgili çalışmaların yoğunlaştığı gözlenmektedir. **Post et al. (2000)**, çok katmanlı elektronik devre sistemlerinin tekstil yüzeyi üzerine iletken iplikler vasıtasıyla entegre edilmesi ile ışık saçan elbise ve müzik dinlemeyi sağlayan ceket tasarımları üzerine çalışmışlardır [12]. **Linz et al. (2005)**, elektronik devrelerin tekstil materyali üzerine daha az maliyette maliyetle ve daha az yer kaplayacak şekilde entegre edilmesi üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu amaç doğrultusunda, çeşitli elektronik devre materyallerinin kapsüllenmesi üzerine deneysel çalışmalar yapılmıştır [13]. **Kayacan ve Bulgun (2005)**, tekstil materyallerine elektriksel iletkenlik özelliği kazandırılması üzerine bir çalışma gerçekleştirmişlerdir [14]. **Linz et al. (2007)**, kapasitif elektromiyografi ölçümleri için, vücutta temassız şekilde ölçüm yapabilen sensörleri, iletken nakış iplikleri ile tekstil materyaline işleyerek sensörlerle çalışan giysi üretimini gerçekleştirmişlerdir [15]. **Kahraman vd (2008)**, elektronik özelliklere sahip, ısıtma kontrollü bir giysi geliştirmişlerdir. Isıtmanın sağlanması amacıyla, çelik malzemeden yapılmış iletken iplikler kullanılarak ısıtıcı paneller üretilmiştir. Bu ısıtıcı panellere uygun olarak optimum bir güç kaynağı ve elektronik devre kullanılarak, bütün bu materyalleri üzerinde taşıyabilecek yelek tasarlanmış ve üretilmiştir [16]. **Stoppa and Chiolerio (2014)**, giyilebilir elektronikler ile ilgili bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada malzeme seçimi, giyilebilir elektronik tasarımı, giyilebilir elektronikler hakkındaki mevcut tekniklerin ve tasarımların avantajları ve dezavantajları hakkında bilgiler verilmiştir. Çalışmada ayrıca; mümkün olan en esnek, ergonomik ve ekonomik

güç ile çalışan elektronik devreler ile tekstil materyaline entegrasyonları hakkında önerilerde bulunulmuştur [17].

Bu çalışmada, ortamdaki UV miktarını ölçme özelliğine sahip bir hazır giyim ürünü geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, ortamdaki UV radyasyon şiddetini ölçme özelliğine sahip bir devre oluşturulup, iletken iplikler vasıtasıyla dokuma kumaş üzerine nakış işlemi ile yoluyla entegre edilmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

İletken iplik

Çalışma kapsamında kullanılan iletken ipliğe ait özellikler Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan iletken ipliğin özellikleri

İplik Tipi	Karışım Oranı	İplik Numarası	Direnç
Paslanmaz çelik filament iplik	%100 Bekinox	505 Tex	14 Ω/m

Dokuma kumaş

Çalışma kapsamında bezayağı örgüsüyle dokunmuş, 120 g/m² ağırlığında, atkı sıklığı 35 tel/cm ve çözgü sıklığı 45 tel/cm olan dokuma kumaş kullanılmıştır.

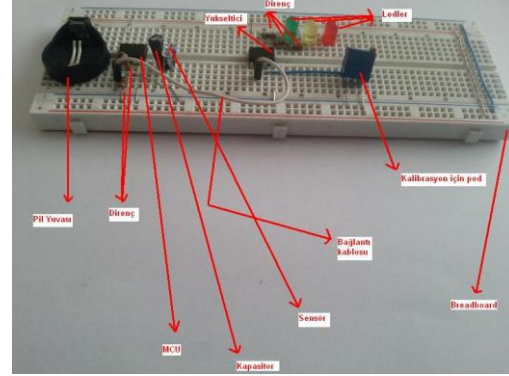
Elektronik komponentler

Çalışma kapsamında kullanılan ve Şekil 2'de yer alan elektronik komponentleri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- **Sensör (Reyax UV-01):** 280-400 nm aralığında UV ışınların ölçümünü yapabilen sensör.
- **LM358 İşlevsel Yükselteç Entegresi (Operational Amplifier - OpAmp):** Sensörden gelen sinyalleri yükseltip, işlem ünitesi tarafından yorumlanabilir seviyeye getiren yükseltme aracı.
- **Attiny85:** Programlanabilir işlemci entegresi içerisindeki yazılım ile programlanarak yükseltilmiş sensör sinyallerinin değerine göre uyarı ledlerini aktif eden eleman.
- **LED (Light Emitting Diode - Işık Yayan Diyot):** Üzerinden elektrik akımı geçtiğinde ışık yayan devre elemanı. Farklı UV seviyelerinde farklı

renkteki ledler ışık vermekte, böylelikle UV seviyesi hakkında bilgi sahibi olunmaktadır.

Devrenin elektriksel aktivitesini sağlamak için kullanılacak direnç ve kondansatör gibi yardımcı elemanlar minimum sayıda kullanılmaya çalışılmıştır



Şekil 2. Çalışma kapsamında kullanılan elektronik komponentler

Nakış makinesi

Çalışma kapsamında Şekil 3'te yer alan Tajima marka TFGN1215 model nakış makinesi kullanılmıştır. Nakış makinesine ilişkin teknik veriler Tablo 2'de yer almaktadır.



Şekil 3. Tajima TFGN1215 model nakış makinesi

Proje kapsamında 750 d/dk hızla çalışılmış, tansiyon ayarı optimum olacak şekilde ayarlanmıştır. 80 numara nakış iğnesi kullanılmıştır. 15.1 x 24 cm'lik desen için 3251 desen vuruşu yapılmış ve yaklaşık 12 metre iplik tüketimi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 2. Nakış makinesi teknik verileri

Makine kafa sayısı	15 kafalı
Maksimum hız (d/dk)	1100
Nakış deseninin hazırlandığı program	EOS Compucon 2.0

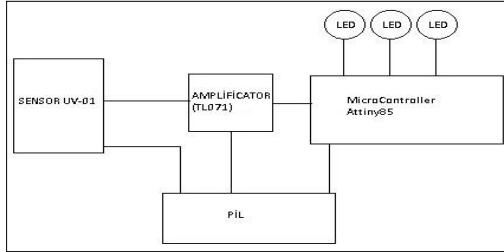
2.2. Metot

Çalışma kapsamında ortamdaki UV radyasyon şiddetini ölçme özelliğe sahip devrenin kurulması, devrenin iletken iplikler vasıtasıyla dokuma kumaş üzerine nakış işlemi ile aktarılması ve bu devreye elektronik komponentlerin entegre edilmesi işlem basamakları gerçekleştirilmiştir.

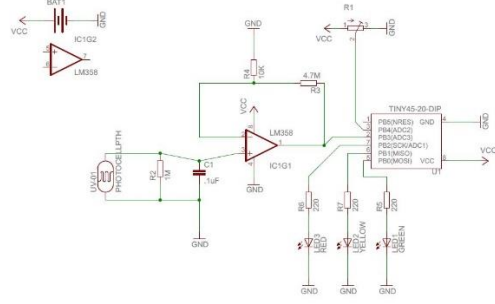
2.2.1. Devrenin kurulması

Elektronik devreler, farklı komponentlerin iletken yollar vasıtası ile uygun konumda birleştirilmesi ile oluşturulmaktadır. Bu yollar devre kartlarında ince bakır levhalar ile sağlanmaktadır. Devre kartları tek veya çok katlı, üzerinde bakır levhalar ile yollar çizilmiş biçimde tasarlanmaktadır. Komponentler yollar üzerine lehimlenmekte ve devre kartları oluşturulmaktadır.

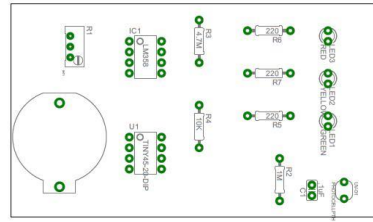
Çalışma kapsamında oluşturulan elektronik devre tasarımı Şekil 4'te, devrenin şematik görünümü Şekil 5'te, devre elemanları ve iletken yollar Şekil 6'da gösterilmiştir.



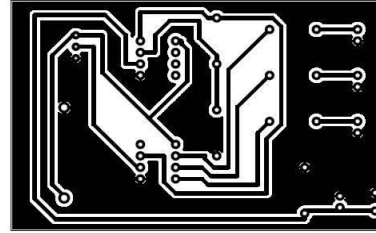
Şekil 4. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen elektronik devre tasarımı



Şekil 5. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen elektronik devre tasarımının şematik görünümü



(a)



(b)

Şekil 6. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen elektronik devre tasarımının elemanları (a) ve iletken yolları (b)

2.2.2. Elektronik devrenin nakış işlemi ile kumaşa aktarılması

Modüller ve tekstil yüzeyi üzerindeki komponentler arasındaki bağlantı iletken tekstil malzemeleri ile sağlanacağından, bağlantı için çeşitli iletken iplikler ve bağlantı biçimleri kullanılabilir. Bu çalışmada, estetik görüntü ve bağlantı stabilitesinin sağlanması için elektronik devrenin kumaş yüzeyine aktarılması sırasında nakış yöntemi tercih edilmiştir.

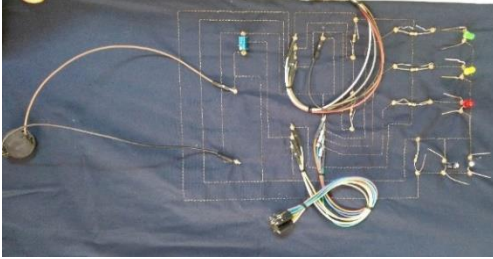
Çalışma kapsamında elektronik devrenin kurulmasında herhangi bir elektrik kablosu ya da breadboard kullanılmamış olup, iletken iplik ile iletim sağlanmıştır. Elektronik devrenin kumaşa işlenmesi sırasında elde edilen görüntü Şekil 7'de yer almaktadır.



Şekil 7. Nakış makinesinde kumaşa işlenen desen

2.2.3. Elektronik komponentlerin entegre edilmesi

Çalışmanın üçüncü aşaması, dokuma kumaş üzerine iletken iplikler kullanılarak nakış vasıtasıyla aktarılan elektronik devreye, elektronik komponentlerin entegre edilmesidir. Elektronik komponentlerin entegre edilmesi ile elde edilen ürün Şekil 8'de yer almaktadır. Bahsedilen elektronik komponentler, lehimleme ve iletken ipliklerle tutturulma yöntemleriyle kumaş yüzeyine sabitlenmiştir.



Şekil 8. Çalışma sonucunda elde edilen ürün

2.2.4. Elektronik devrenin çalışma prensibi

UV ışını elektromanyetik spektrumdaki dalga boylarına göre UVA (320-400 nm), UVB (290-320 nm) ve UVC (200-290 nm) olarak üç tipe ayrılmaktadır. Dalga boyu uzadıkça derinin alt tabakalarına giriş miktarı artmakta ancak ciltte kızarıklık oluşturma özelliği azalmaktadır. Bu nedenle UVA, cildin derin tabakalarına nüfus etmektedir. Fakat yüksek dozlara maruz kalmadıkça kızarıklık yapmamakta ve UVB'den daha az kanserojen özellik göstermektedir. UVB'nin biyolojik etkisi, UVA'dan 1000-10000

kat daha fazladır. UVB cildin üst tabakasını etkiler ve ciltte kızarıklık, güneş yanığı ve cildimizin koyulaşmasını sağlayan melanin pigmentinin oluşumundan sorumludur. Ayrıca bağışıklık sistemini baskılayıp, cilt kanserine neden olmaktadır [18].

Literatürde yer alan çalışmalarda, dalga boyu azaldıkça vücutta oluşan hasarların arttığı gözlenmektedir. Bu nedenle dalga boyu azaldıkça tehlikenin farkına varılabilmesi için sarı ve kırmızı led yanması hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamında kullanılan UV sensörü 280-400 nm aralığında ölçüm yapabilmektedir. Mikro kontrol ünitesinde oluşturulan yazılım ile ortamdaki uv dalga boyu 350-400 nm arası ise yeşil, 320-350 nm arası ise sarı ve 280-320 nm arası ise kırmızı led yanmaktadır.

3. Sonuç ve Öneriler

20. yüzyılın son çeyreğinde giderek artan ve hızlanan teknolojik gelişmeler, çok çeşitli alanların bir araya gelerek ortak bir ürün ortaya çıkarabilmelerini olanaklı hale getirmiştir. Bu tip çok disiplinli uygulamaların en iyi örneklerinden biri de akıllı interaktif tekstil ürünleridir. Bilgisayar, elektronik, kimya gibi bilim dalları ile tekstil biliminin ortak çalışmaları sonucunda oluşturulan bu ürünlerin temel kullanım alanları, sağlık, güvenlik, eğlence ve iletişim alanlarında yoğunlaşmaktadır [14].

Radyasyon, dalga, parçacık veya foton olarak adlandırılan enerji paketleri ile yayılan enerji olarak tanımlanabilmektedir. Ultraviyole radyasyon, elektromanyetik spektrumun görünür ışıktan daha kısa dalga boylu olan belli bir parçasını oluşturmaktadır ve genel olarak üç bölümde incelenmektedir. UV A ve UV B derinin alt kısımlarına kadar etki ederek, cildin koyulaşmasına ve daha ileri aşamalarda deri kanseri gelişimine neden olabilmektedir. UV C ise UV radyasyonun en tehlikeli kısmı olup bağışıklık sistemini zayıflatarak basit enfeksiyon durumlarında bile insan sağlığı açısından büyük problemlerin yaşanmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, işi gereği güneş altında çalışmak zorunda olan insanlar, oyun amaçlı dışarıda bulunan çocuklar ve farklı sebeplerle güneşe maruz insanlar sağlık açısından büyük bir risk altındadırlar.

Bu bilgilerden yola çıkılarak, çalışma kapsamında ortamdaki UV miktarını ölçme özelliğine sahip bir devrenin oluşturulup

kumaşa entegre edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, UV miktarını ölçme özelliğine sahip devrenin kurulması, devrenin iletken iplikler vasıtasıyla dokuma kumaş üzerine nakış işlemi ile aktarılması ve bu devreye elektronik komponentlerin entegre edilmesi işlem basamakları gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem için uygun iletken iplik seçimi, nakış işleminin hızı ve özellikleri, elektronik devre tasarımı ile mikro kontrol ünitesindeki yazılım son derece önemlidir.

Yapılan çalışma sonucunda ortamdaki UV miktarını ölçen devre dokuma kumaş üzerine aktarılmıştır. Elde edilen ürün ile dış ortamda yapılan denemeler sonucunda, ürünün ortamdaki UV şiddetini ölçtüğü ve UV miktarına göre devrede bulunan üç farklı led'den birinin yandığı gözlenmiştir. Işık dalga boyu azaldıkça led yeşil, sarı ve kırmızı ışık sırasını izlemiştir. İstenilen dalga boyunu yayan, kalibrasyonu yapılmış bir ışık kaynağı olmaması sebebiyle, detaylı denemeler yapılamamış olup, çalışmanın ileriki aşamalarında yapılması planlanmaktadır.

Çalışmanın bu aşamasında elektronik devre altlığı kullanılmadan, kumaş üzerine devre entegre edilmesi, uygulanabilirliği ve çalışılabilirliği üzerinde durulmuştur. İleriki aşamalarda, mevcut devrenin minyatürleştirilerek bir giysi üzerine monte edilmesiyle fonksiyonel bir giysi tasarımının gerçekleştirilmesi ve kontrollü ortamda denemelerinin yapılması hedeflenmektedir.

Teşekkür

Bu çalışma 15-MUH-076 numaralı proje kapsamında Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Ayrıca, deneysel çalışma aşamasında yardımlarından dolayı doktora öğrencisi Rumeysa Eren'e teşekkür ederiz.

Kaynakça

1. Öymen, G. 2017. Giyilebilir Teknolojilerin Moda Endüstrisi Üzerindeki Etkileri. 1. Uluslararası İletişimde Yeni Yönelimler Konferansı, 131-138.
2. Sağbaşı, E.A., Ballı, S., Yıldız, T. 2016. Giyilebilir Akıllı Cihazlar: Dünü, Bugünü ve Geleceği, Akademik Bilişim Konferansı, Aydın, 749-756.
3. Geyik Değerli, N. 2019. Moda Endüstrisinin Giyilebilir Teknoloji Tasarımları, Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi, Cilt. 4, Sayı. 1, s. 50-65.
4. Uludağ İhracatçı Birlikleri Genel Sekreterliği Ar-Ge Şubesi. 2017. Giyilebilir Teknolojiler. <http://www.uib.org.tr/tr/kbfile/giyilebilir-teknoloji-raporu> (Erişim Tarihi: 01.12.2019).

5. Sönmez Çakır, F., Aytekin, A., Tüminçin, F. 2018. Nesnelerin İnterneti ve Giyilebilir Teknolojiler, Sosyal Araştırmalar ve Davranış Bilimleri Dergisi, s. 84-95.
6. Coşkun, E. 2007. Akıllı Tekstiller ve Genel Özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
7. Bilir, M.Z. 2016. Balistik Koruyucu Elektronik Tekstil Ürün Tasarımı. Gazi Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
8. Sünter, N. 2011. İletken İpliklerin Üretim Yöntemlerinin ve Özelliklerinin İrdelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
9. Meriç, D. 2016. Akıllı Tekstillerin Ürün Tasarımında Kullanım Olanakları ve Moda Tasarımına Yönelik Uygulamalar. Anadolu Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir.
10. Gürcüm, B.H., Gök, M.O., Babaoğlu, S. 2015. Hayati Verileri Tespit Eden Elektronik Tekstiller, Tekstil Trend.
11. Vervust, T. 2012. Stretchable and Washable Electronics for Embedding in Textiles, Ghent University, Department of Electronics and Information Systems, Ghent, Belgium.
12. Post, E. R., Orth, M., Russo, P. R., Gershenfeld, N. 2000. E-broidery: Design and Fabrication of Textile-Based Computing, IBM Systems Journal, Vol. 39, Issue. 3.4, p. 840-860.
13. Linz, T., Kallmayer, C., Aschenbrenner, R., Reichl, H. 2005. Embroidering Electrical Interconnects with Conductive Yarn for the Integration of Flexible Electronic Modules into Fabric, In Wearable Computers, Ninth IEEE International Symposium on IEEE, p. 86-89.
14. Kayacan, O., Bulgun, E.Y. 2006. Akıllı Tekstiller ve Elektrik İleten Tekstil Esaslı Malzemeler, Tekstil ve Mühendis, Cilt. 58, s. 29-34.
15. Linz, T., Gourmelon, L., Langereis, G. 2007. Contactless EMG Sensors Embroidered onto Textile, In 4th International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, p. 29-34.
16. Kahraman, G., Şahin, Ö., Kayacan, O., Bulgun, E.Y. 2008. Akıllı Giysilerde Isıtma Kontrolü, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, Cilt. 10, Sayı. 3, s. 33-42.
17. Stoppa, M., Chiolerio, A. 2014. Wearable Electronics and Smart Textiles: A Critical Review, Sensors, Vol. 14, p. 11957-11992.
18. <https://www.trod.org.tr/> (Erişim Tarihi: Ağustos 2020).