2nd International Vocational Science Symposium., IVSS 2018
2. Uluslararası Mesleki Bilimler Sempozyumu, IVSS 2018

http://www.meslekisempozyum.com

IVSS 2018

© Mesleki Bilimler Dergisi (MBD) & Ankara Üniversitesi

Received date; reviewed; accepted date

Behiye E. Şamlı[a], Zümrüt Bahadır Ünal[b]

[a] Arş. Gör., Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
behiye.elif.samli@ege.edu.tr
[b] Doç. Dr., Ege Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, Türkiye
zumrut.bahadir.unal@ege.edu.tr

GİYSİ ÜRETİMİNDE İLETKEN KUMAŞLARIN KULLANIMI

ÖZ

Günümüzde giyim ürünlerine birçok fonksiyonel özelliğin kazandırılmasıyla teknik tekstiller, akıllı tekstiller, giyilebilir elektronikler gibi tanımlamalar oluşmaktadır. Tekstil teknolojisi ve sentetik elyaflardaki gelişmelerle birlikte; malzeme bilimi, tasarım, elektronik, bilgisayar mühendisliği ve tıp gibi çeşitli alanlarla disiplinler arası çalışmalar yapılmaktadır. Böylece ileri teknolojinin kullanıldığı, katma değeri yüksek fonksiyonel ürünler geliştirilmektedir. Elektrik iletkenliğine sahip kumaşlar da bu özellikli ürünlere örnektir. İletken kumaşlar, iletken ipliklerin veya tellerin kullanılmasıyla ya da kumaşın iletken malzemelerle işlem görmesi sonucu elde edilmektedir. Elde edilen ürünler; elektromanyetik alanların zararlı etkilerinden koruma, bilgi iletimi ve depolama, statik etkiyi azaltma gibi çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Uygulamalarda metal folyo veya tel ızgara yerine iletken özellikli tekstil malzemelerinin kullanılması; hafiflik, çok çeşitli formlar halinde üretilebilme, paslanmaya karşı dayanıklılık ve metallere göre düşük maliyet gibi avantajlar sağlamaktadır. Bu çalışmada literatürde iletken kumaşların kullanıldığı örnek uygulamalar araştırılmıştır. Giyim ürünlerinde kullanılan iletken kumaşlar hammadde, konstrüksiyon ve gördüğü işlemlere göre incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: İletken Kumaş, Giysi, Kullanım Alanları.

USE OF CONDUCTIVE FABRICS IN CLOTHING PRODUCTION

ABSTRACT

Nowadays, many functional properties are given to the clothes, so new definitions are made as technical textiles, intelligent textiles, wearable electronics. Due to the developments occurred in textile technology and synthetic fibers; interdisciplinary studies in several fields, such as materials science, design, electronics, computer engineering and medicine are in progress. Thus, functional and high value added products are being developed with using advanced technology. Fabrics with electrical conductivity are also examples of such featured products. Conductive fabrics are obtained with the use of conducting threads or wires else in consequence of treatment with conductive materials. The obtained products, have wide application areas, in the purposes such as static reduction, protection from harmful effects of electromagnetic fields, information transmission and storage. se of conductive textile materials instead of metal foil or wire grid in applications; provide advantages such as lightness, producing in a wide variety of forms, corrosion resistance and low cost according to metals. UIn this research, the studies those focused on conductive fabrics from literature were investigated. Conductive fabrics, using in clothing products, are investigated in accordance to raw materials, constructions and the applied processes.

Key Words: Conductive Fabric, Clothing, Areas of Usage.

GİRİŞ

Giysilerin örtme, koruyuculuk gibi temel görevlerinin yanında moda ve estetik anlayışına fonksiyonellik özelliğinin de eklenmesiyle yeni nesil tekstiller ve giyim ürünleri ortaya çıkmıştır. Estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade, öncelikle teknik performansları ve fonksiyonel özellikleri için özel olarak tasarlanan ve üretilen, belirli bir özelliği yerine getirmek amacıyla kullanılan tekstil malzemeleri ve ürünleri şeklinde tanımlayabileceğimiz teknik tekstiller, son yıllardaki büyüme oranıyla, tekstil ve konfeksiyon sanayilerinin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Tekstil endüstrisinin en dinamik ve ümit verici alanı olarak görülmektedir. Gün geçtikçe bu alanda yeni

ürünler, yeni süreçler, yeni malzemeler üretilmekte ve pazara sunulmaktadır. Yeni ürünlerin keşfi, yeni ihtiyaçların karşılanması ve geleneksel ürün ve malzemelerin yerine ikame edilmesi nedeniyle büyük potansiyel arz eden dinamik ve kullanım alanı çok geniş olan bir sektördür. Teknik tekstiller içerisinde yüksek teknolojinin kullanıldığı ve katma değeri en yüksek alanlardan birisi olarak akıllı tekstiller gösterilmektedir. İstatistiklere göre dünya akıllı ve interaktif tekstiller pazarı günümüzde 2 milyar dolar seviyelerine ulaşmıştır (Anonim, 2013). İletken kumaşların da içinde bulunduğu giyilebilir teknolojiler pazarında akıllı tekstillerin oranının hızla artması beklenmektedir. "Markets and Markets" araştırma şirketinin akıllı tekstiller pazarı raporuna göre 2020 yılında pazarın 4.72 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir. Giyilebilir akıllı elektronik tekstiller; sıcaklık değişimi, ışık, nem gibi çevresel uyarıcıları saptayabilen, bu uyarıcılara tepki verebilen, kendini dış ortam şartlarına göre değiştirebilen, veri depolayabilen, bu verileri iletişim ve bilgi üretmek amacı ile kullanabilen yapılardır. İnsanın duyu, hareket, iletişim, eyleme geçme, çevre koşullarına ayak uydurma gibi yaşamsal faaliyetlerine destek verecek niteliklere sahip olmaktadır. Yeni elyaf ve tekstil materyalleri ile çok küçük ve esnek şekilde üretilen elektronik bileşenler giyilebilir akıllı tekstillerin üretimini mümkün kılmıştır. Kumaş ve giysilere elektroniklerin entegrasyonu, sıradan tekstil ürünlerine önemli fonksiyonel özellik ve katma değer kazandırmaktadır. Elektriksel iletkenliğe sahip tekstil yapıları ilk olarak elektromanyetik koruma ve ısıtma amaçlı kullanılmıştır (Vassiliadis vd., 2005). Hem tekstil malzemelerinin konvansiyonel özelliklerine hem de iletkenlik yeteneğine sahip iletken kumaşlar günümüzde; tıbbi ve askeri uygulamalarda, mimari tekstillerde, ev tekstillerinde, spor ve serbest zaman tekstillerinde kullanılmaktadır. Akıllı tekstiller alanındaki gelişmelerle birlikte ortaya çıkacak çok yönlü ürünlerin dünyada çok önemli pazarlar elde edilebileceği, tekstil ve hazır giyim alanındaki talep yapısının değişebileceği öngörülmektedir. Pazarda yer alabilmek için bu alanda yapılacak çalışmaların çoğalması ve gelişmelerin takip edilmesi önemlidir. Bu araştırmada yenilikçi ve katma değeri yüksek ürün geliştirmeye yönelik iletken kumaşların kullanıldığı çeşitli çalışmalar incelenmiştir.

ELEKTRONİK TEKSTİLLER

Akıllı tekstiller; elektronik, mekanik, manyetik, termal, kimyasal gibi birçok bileşenin tek bir sistem oluşturabilmek amacıyla tekstil yapıları ile entegre biçimde bir ürün üzerinde bulunmasıyla elde edilebilmektedir. Akıllı tekstiller içeriden veya dışarıdan gelen etkilere tepki veren malzemelerin kullanılması sonucu içinde bulunduğu çevreye duyarlıdır ve kontrole gerek olmaksızın etkilere tepki vererek bazı olaylar karşısında otomatik olarak aktif reaksiyon gösterebilmektedir. Akıllı tekstil yapıları sınıflandırıldığında; bir grubu, elektrik iletkenliğine sahip tekstil ürünlerinden meydana gelmektedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Akıllı Tekstillerin Yapılarına Göre Sınıflandırılması

Akıllı Tekstil Yapıları	Faz Değiştiren Materyaller
	Biçimsel Hafızalı Materyaller
	Elektronik / İletken Tekstiller
	Kromik Materyaller
	Diğer Akıllı Kumaşlar

Elektronik tekstiller bilgilerin işlenebildiği, verileri kayıt ve analiz edebilen, iletip depolayabilen ürünlerdir. Bu nitelikler, tekstil ürünlerine iletkenlik özelliği eklenmesiyle sağlanmaktadır. İletken tekstiller; savunma sanayi, iletişim sektörü, spor ve sağlıklı yaşam, ısıtma, elektromanyetik alanın ve statik elektriğin zararlı etkilerine karşı koruma, sağlık ve medikal uygulamalar, kurtarma faaliyetleri, bakım onarım faaliyetleri, çalışanların güvenliği, eğlence ve lojistik gibi pek çok alanda uygulanma imkânı bulmuştur. İletken tekstil yapılarına olan talep her geçen gün artmakta olup uygulama alanlarından her biri milyonlarca dolarlık pazara sahiptir.

İLETKEN KUMAŞLAR

Giyilebilir akıllı elektronik tekstillerde olması gereken dört temel öğe; iletkenlik, sensörler, kablosuz iletişim modülü ve güç kaynağıdır. Tekstil malzemelerinin yalıtkan halden iletken hale

dönüştürülmeleri için çeşitli metotlar geliştirilmiştir. İletken tekstiller; iletken lif eldesi, iletken iplik eldesi ve iletken kumaş eldesi olmak üzere üç ayrı yöntemle üretilebilmektedir. Elektrik iletkenliğine sahip liflerin, kendisi doğal olarak iletken olabilmekte veya sonradan liflere farklı yöntemler ile iletkenlik kazandırılabilmektedir (Çizelge 2).

Çizelge 2. İletken Liflerin Yapılarına Göre Sınıflandırılması

Iletken Lifler	Doğal İletken Lifler	Metalik Lifler
		Karbon Lifleri
		Konjuge Polimer Lifleri
	İletkenlik Kazandırılmış Lifler	İletken Takviyeli Lifler
		İletken Kaplamalı Lifler

Bakır, gümüş gibi çok küçük özdirence sahip iyi iletken malzemeler çeşitli uygulamalarda kullanılmaktadır. Metalik lifler sahip oldukları yüksek iletkenlik ve iyi elektromekanik özelliklerine rağmen düşük esneklikte ve yüksek maliyetli olmaları nedeniyle tekstil alanındaki uygulamaları sınırlı kalmaktadır. Sert ve ağır olduğundan tutum özellikleri zayıftır ve diğer materyallerle uyumlu olamamaktadır. Karbon lifleri petrol bazlı, yüksek iletkenliğe, yüksek mukavemete ve sertliğe sahip olup fazla ağır değildir. Ancak uygulamada tekstil yapılarına zor entegrasyonu ve sağlığa sakıncaları gibi nedenlerle hazır giyimde kullanımı sınırlıdır. Konjuge polimer lifleri olarak polianilin, polipirol, politiofen ve poliperinaftalen gibi iletken polimerler endüstriyel uygulamalarda kullanılmakta ve iletkenlik özellikleri değiştirilebilmektedir. İletken takviyeli lifler; metalik toz, karbon siyahı, karbon nanotüp ya da konjuge polimerler gibi iletken dolgu maddelerinin polipropilen, polistiren ve polietilen gibi iletken olmayan maddelere eklenmesiyle üretilmektedir. Iletken kaplamalı lifler ise metal, metal alaşımları, karbon siyahı, karbon nanotüp ya da doğal iletken polimerler gibi yüksek iletkenliğe sahip materyallerle kaplanmış liflerdir. Yüksek maliyetli ve düşük konforlu olmaları uygulama alanlarını sınırlandırmaktadır. İletken iplik eldesi iki ayrı yöntemle gerçekleştirilmektedir. Metalik iplikler, iletken olmayan bir ipliğin bakır, gümüş veya altın tel veya folyo gibi metalik bir malzeme ile birlikte sarılmasıyla elde edilmektedir. İletken özlü iplik üretiminde ise metal bir tel veya ince, esnek ve katlanabilir iletken malzemelerle kaplı bir iplik öz veya mantoda kullanılmaktadır. İletken kumaşlar elektronik aksamların entegrasyonu ya da kaplama yoluyla üretilmektedir. Iletken mürekkepler ile de iletkenlik özelliği elde edilebilmektedir. Farklı tekstil malzemeleri üzerinde elektriksel olarak iletken baskıların oluşturulabilmesi için baskı mürekkeplerine karbon, bakır, altın, gümüş, nikel gibi metaller eklenmektedir. Mürekkep kullanımıyla üretilen devre baskılı esnek tekstil ürünleri, eğilmeye ve yıkanmaya karşı dayanıklı ve kararlı olabilmektedir.

ÇEŞİTLİ UYGULAMALAR

Literatür incelendiğinde; iletken kumaşlar içeren yeni ürün haline getirilmiş uygulamaların bulunduğu ya da iletken yapıların çeşitli özelliklerinin incelendiği çok sayıda araştırma görülmektedir. Çukul, metalik ipliklerin yüksek elektriksel iletkenliğinin mükemmel elektromanyetik kalkan karakteristiklerine sahip olmasını sağlamakta olduğunu belirtmiştir. Çalışmasında % 73 polyester lif ve % 27 paslanmaz çelik liflerden yapılmış ipliklerden üretilen kumaşta % 95-98 kalkan özelliğinin sağlandığını ve insan vücudunu korumak için uygun olduğu sonucuna varmıştır (Çukul, 2013).

Perumalraj ve Dasaradan bakır özlü ipliklerden üretilen süprem, rib ve interlok örme kumaşların elektromanyetik koruma verimliliğini incelemişlerdir. İlmek sıra sıklığı, ilmek çubuğu sıklığı ve örme sıklık faktörü arttıkça koruma etkinliğinin arttığını, bakır telin çapının artmasıyla da koruma etkinliğinin azaldığını belirtmişlerdir (Perumalraj ve Dasaradan, 2009).

Bilgin vd. kumaşların elektromanyetik ekranlama etkinliğini araştırdığı çalışmada paslanmaz çelik tel içerikli kompozit ipliklerin kullanıldığı dokuma kumaşları karşılaştırmışlardır. İletken özelliğe sahip kompozit ipliklerin hem atkı hem çözgüde kullanımının, etkin bir ekranlama için zorunlu olduğunu belirtmiş ve panama, ribs ve dimi kumaşlara göre bezayağı dokumaların daha etkin olduğu sonucuna varmışlardır (Bilgin vd., 2011).

Yılmaz çalışmasında, ısıtma fonksiyonuna sahip, akıllı giysi tasarımı ve uygulaması gerçekleştirmiştir. Elektronik alt yapı ile uyumlu olacak şekilde karbon lifiyle desteklenmiş dokuma kumaş ve interaktif bir ısıtıcı giysi tasarlayıp üretmiştir. Bağlantı noktalarının fazla olması ve böylece kullanılan malzemeyi sıkıştırarak daha çok bağlantı yapabilmesi nedeniyle bezayağı kumaş yapısı tercih etmiştir. Dar enli olarak dokunan kumaşlarda en etkin sıcaklığın görüldüğünü belirtmiştir (Yılmaz, 2015).

Dağ çalışmasında elektriksel iletken özellikli tekstil yüzeyleri üreterek, bu yüzeylerin örgü sıklığı, örgü tipi ve kumaşların kat sayıları değiştirilerek; istenmeyen elektromanyetik etkilerden korunma amaçlı kullanılan elektromanyetik kalkanlama özelliğini nasıl etkilediğini incelemiştir. Pamuk ipliği ile çeşitli incelikte bakır, çelik ve gümüş tellerini katlayarak iplik elde edildikten sonra dokuma ve örme kumaşlar üretmiştir. İletkenin cinsi, iletkenin inceliği, tekstil yüzeylerinin örgüleri, kullanılan ipliklerin numarasının değişmesinin ve üretilen tekstil yüzeyinin sıklığının değişmesinin elektromanyetik kalkanlama özelliğini etkilediğini belirtmiştir. İletken lif içeren ipliklerin rijit ve kırılgan olmaları nedeniyle tekstil makinelerinde işlem görmelerinin problem yarattığını, ancak çok katlı yapılarla ve yoğun oranda metal iplik kullanılarak iyi kalkanlama etkinliği değerleri elde edilebildiğini belirtmiştir. Bu nedenlerle, elektriksel iletken nanokompozit lif ve yüzeylerin kullanımının yaygınlaşmakta olduğu söylenebilmektedir (Dağ, 2010).

Kayacan ve Bulgun; çelik kumaş panellerinin ısınma davranışlarını incelemişlerdir. Paslanmaz çelik teller içeren iletken iplikler ile tek ve çift katlı metalik tekstil yapıları oluşturmuşlardır. Kullanılan yapıların farklı direnç özelliklerine sahip olduğu ve sonuçta ısınma davranışlarının da farklı olduğunu belirtmişlerdir. İletken malzemelerin özelliklerinin doğru incelenmesi ve hedeflenen ısınma miktarına göre uygun parametrelere sahip ürünlerin geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir (Kayacan ve Bulgun, 2008).

Varnaite çalışmasında elektrostatik alan şiddet değerlerini azaltmak amacıyla iletken kumaş yüzeyleri oluşturmuştur. Polyester pamuk karışımından oluşan kumaşlarda doğal liflerden oluşan kumaşın elektrostatik kalkanlama etkisinin arttığını, hem atkı hem çözgü yönünde iletken iplik içeren kumaşların daha iyi elektrostatik kalkanlama sağladığını ve kumaşın gözenekliliği azaldığında elektrostatik alan şiddetinin de azaldığını belirtmiştir (Varnaite, 2010).

Priya ve Amsamani çeşitli iletken liflerle (bakır, alüminyum, gümüş) oluşturulmuş bez ayağı dokuma kumaşların elektronik ve mekanik analizini gerçekleştirmiştir. Çalışmada bakırın orta kalınlıkta ortalama uzama ve düzgün bir yüzey direnci nedeniyle bakır içeren iletken kumaşların konfor ve güvenlik açısından iyi sonuçlara sahip olduğunu ve bu nedenle giyilebilir elektronik tasarımlar için uygun olduğunu belirtmiştir (Priya ve Amsamani, 2017).

Yılmaz, elektromanyetik kalkanlama özelliği olan malzemeleri incelediği çalışmasında metaller kullanılarak üretilen iletken ipliğin iletkenlik derecesinin, kullanılan metalin iletkenlik derecesine ve metalin iplikteki oranına bağlı olarak değiştiğini belirtmiştir. Özdeş metal yoğunluğuna göre tüm kumaşlar aynı ekranlama özelliğine sahiptir. Kullanılan metalik ipliklerin kalınlıkları ekranlama etkinliğini değiştirmemektedir. Sadece atkı ve çözgü yönündeki metal iplikler arasındaki mesafenin önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (Yılmaz, 2014).

Özgen ve Altaş %90 Pamuk-%10 Seacell, %90 Pamuk-%10 Gümüş, %100 Pamuk, %100 Bambu ve %100 Soya ipliklerden üretilen süprem örgü kumaşların ısıl konfor, nem yönetim kabiliyetleri ve tutum özelliklerini incelemişlerdir. Test sonuçları, soyadan üretilen kumaşların en iyi termal konfor ve nem yönetim özelliklerine sahip olduğunu, pamuk/gümüş ve Bambu kumaşların ise diğer kumaşlarla karşılaştırıldığında en pürüzsüz yüzey hissi verdiğini ortaya koymuştur. Gümüş ipliğinin sürtünme katsayısının düşük olması, ayrıca test sonuçlarına göre gümüş elyafının pamuklu kumaşların termal konfor özelliğini geliştirdiği, daha yüksek iletkenlik ve daha düşük ısıl direnç ile daha konforlu giyim ürünü elde edilebileceğini belirtmişlerdir (Özgen ve Altaş, 2014).

DEĞERLENDİRME

Araştırmalar, tekstil elektrotlarının performanslarının üretim tekniklerine göre değiştiğini göstermektedir. Yüksek iletkenlik için tamamen iletken materyallerden oluşan devamlı lifler (iletken polimerler veya metalik lifler) en uygunudur. Ancak bu filamentler, tekstil üretim proseslerinde makineleri aşındırmaktadır ve daha ağır ve kırılgan olduklarından işlenmeleri çok zordur. Özellikle iletken polimer lifler kolay kırılmaktadır ve maliyet açısından oldukça pahalı bir üretim tekniğine sahiptir. Elyafa bakır ve gümüş çözeltisi ile muamele edilmesi yaygın olsa da ekolojik değildir. Vakum sprey yöntemi ucuzdur ancak yüksek iletkenliği güçleştirmektedir. Çözelti içine daldırılarak nikel veya bakırla kaplama işlemi düzgün sonuç vermektedir ancak maliyeti yüksektir. Püskürtme yöntemi düşük hızda ve maliyetlidir. Karbon liflerden üretilmiş dokuma ve dokusuz yüzeyler güç kaynaklı özel ısıtıcı giysilerde ısıtma tabakası (ısıtıcı kumaş panelleri) olarak kullanılmaktadır. %100 çelik liften iplikler ile kumaş üretiminde yaşanan problemler nedeniyle dar enli yüzey oluşturma tercih edildiği görülmektedir. Metal lif içeren iplikler ile metal lif içermeyen ipliklerin mukavemetleri arasındaki farklılık tekstil ürününü olumsuz etkilemektedir. Kumaş yapısının da önemli olması ihtiyaca göre belirlenmesini gerektirmektedir. Çeşitli çalışmalarda stabil yapısı nedeniyle dokuma kumaş ve özellikle daha çok bağlantı noktası nedeniyle bezayağı tercih edilirken atkı ve çözgü sıklığı artışının yüzeylerinin kalkanlama verimliliğini arttırdığı belirtilmektedir. Örme kumaşlarda ise ilmek sıra sıklığı, ilmek çubuğu sıklığı ve örme sıklık faktörü arttıkça, koruma etkinliğinin arttığı görülmektedir. İletken özelliğinden yararlanılan bakır telin çapı arttıkça koruma etkinliğinin düştüğü belirtilmektedir.

Elektronik devreler ve bileşenlerin kumaş içerisinde kullanılması günümüzde var olanlardan çok daha farklı fonksiyonlara sahip ürünlerin geliştirilmesine imkân vermektedir. Isıtma fonksiyonlu interaktif yelek, ani bebek ölümlerini engellemek amacıyla bebek takip sistemleri, mp3 çalarlı kayak ceketi, mobil telefonla birleştirilerek iletişim kurmaya olanak sağlayan ve stresi azaltan giysiler, uyumak üzere olan sürücüleri uyandıran araba koltukları, kalp atışlarını dinleyen yatak çarşafları gibi çeşitli uygulama örneklerinin mevcut olduğu çok sayıda yenilikçi ürün geliştirilmiştir. Bu ürünlerin bir kısmının ticareti yapılırken, bir kısmı henüz deneme üretimi aşamasındadır.

SONUÇ

Akıllı tekstiller hayatı kolaylaştırırken spor ve serbest zaman giysilerinde yüksek performans özellikleri sağlama, koruyucu giysilerde koruma ve konforu birlikte sağlama, yaşlılara daha iyi bir yaşam kalitesi sağlama, yeni tasarımların ve moda akımlarının oluşturulması gibi önemli avantajlar sunmaktadır. Tüm bu avantajlarına rağmen, akıllı tekstil ürünlerinin çoğu prototip aşamasındadır ve geliştirilmekte olan bu ürünlerin ticari örnekleri çok fazla değildir. Yakın gelecekte teknolojik ilerlemeler sayesinde, maliyet, dayanım, konfor ve uygulama zorlukları konularında sağlanacak olumlu gelişmelerle birlikte akıllı tekstillerin günlük hayatta kullanımlarının yaygınlaşması beklenmektedir. Teknik çalışmaların yanında geniş ölçekli üretim için çeşitli adımların atılması ve iş modellerinin de ele alınması gerekmektedir. Bu alanlardaki uygulamalar, üretici firmalara önemli rekabet avantajları sağlayacaktır. Akıllı tekstillerdeki gelişmelerle birlikte ortaya çıkacak çok yönlü ürünler için dünyada çok önemli pazarlar elde edilebileceği, tekstil ve hazır giyim alanındaki talep yapısının değişebileceği öngörülmektedir.

Tekstil yapıları ve bunlara iletkenlik özelliği sağlamak amacıyla eklenen elektronik malzemeler karşılaştırıldığında, elektronik malzemelerin son derece sınırlı esnekliğe ve daha fazla ağırlığa sahip oldukları ve bunun sonucunda son ürünün formu ile ilgili çeşitli problemler görülmektedir. Elektronik bileşenlerin minyatürleşerek tekstil malzemeleri ile entegrasyonunun geliştirilmesi ve elektronik fonksiyonlara sahip tekstil malzemelerinin üretilmesiyle daha konforlu elektronik giysiler üretilebilecektir. Bu alanda yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Daha fazla çalışma ile sıradan ve iletken tekstil malzemelerinin daha iyi karakterizasyonu, bu ürünlerin tasarımlarında ve davranışlarının optimizasyonunda iyileşmeler sağlayacaktır. Maliyet ve ihtiyaca göre optimum bir şekilde tasarlayarak uygun parametrelere sahip ürünlerin geliştirilebilmesi için iletken malzemelerin

özelliklerinin doğru incelenmesi gerekmektedir. Literatürde belirli parametreler incelense de, detaylı olarak materyal ve konstrüksiyon gibi kumaşın çeşitli yapısal özelliklerinin yapısının geniş çaplı olarak kıyaslandığı çalışmalara rastlanmamıştır. Ürünün sadece iletkenliği değil, geliştirilecek son ürüne yönelik değerlendirilmek üzere kullanım ve konfor özellikleri de incelenmelidir.

KAYNAKLAR

Anonim, (2013), Global smart textile/fabrics market revenue 2012-2018, https://www.statista.com/statistics/302526/smart-fabrics-market-revenue-worldwide/ Erişim tarihi: Şubat 2018

Bedeloğlu, A., Sünter, N., Bozkurt, Y., (2010), Electrically Conductive Textiles, Production Methods And Usage Areas, The Journal Of Textiles and Engineers, 17, (79)

Bilgin S., Sarıtaş Ö., Okyay G., Örtlek H. G., (2011), Askeri ve Kamu Kuruluşlarına ait Binaların Tempest Güvenliği için Farklı Yapıda Dokuma Kumaşların Geliştirilmesi, Tekstil ve Mühendis, Cilt 18, Sayı 81.

Çukul D., (2013), Teknik İpliklerde Son Yıllardaki Gelişmelere Örnekler, Tekstil ve Mühendis, 20, (91): 50-63

Dağ N., (2010), İletken Tekstil Yüzeylerinde Elektromanyetik Kalkanlama Özelliğinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Gürcüm B. H., Gök M. O., Babaoğlu S., (2015), Electronic Textiles that Determining Vital Datas, Tekstil Trend

Honarvar, M. G., Latifi, M., (2017), Overview of wearable electronics and smart textiles, The Journal of The Textile Institute, 108:4, 631-652, DOI:10.1080/00405000.2016.1177870

Hongu T., Phillips G. O., Takigami M., (2005), New millennium fibers, Woodhead Publishing Limited

Kayacan O., Bulgun E. Y., (2008), Heating Behaviours of Steel Fabric Panels, Tekstil ve Mühendis, 13, (65): 1-6

Kayacan O., Bulgun E. Y., (2005), Smart Textiles and Electrically Conductive Textile Based Structures, Tekstil ve Mühendis, 12, 58, 29-34

Özgen, B., Altaş, S., (2014), The Investigation of Thermal Comfort, Moisture Management and Handle Properties of Knitted Fabrics Made of Various Fibres, Tekstil ve Konfeksiyon, 24 (3)

Perumalraj, R., Dasaradan B.S., (2009), Electromagnetic Shielding Effectiveness Of Copper Core Yarn Knitted Fabrics, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 34: 149-154

Priya B. S., Amsamani S., (2017), Comparing the Effectiveness of Conductive Yarns Woven into Textile Structure by Electrical and Mechanical Analysis, International Journal of Engineering Technology Science and Research, Vol. 4, Iss. 10, ISSN 2394 – 3386

Raji R. K., Miao X., Boakye A., (2017), Electrical Conductivity in Textile Fibers and Yarns—Review, AATCC Journal of Research, 4(3): 8-21

Sinclair R., (2015), Textiles and Fashion Materials, Design and Technology, Woodhead Publishing Series in Textiles: Number 126

Varnaite, S., (2010), The Use of Conductive Yarns in Woven Fabrics for Protection Aganist Electrostatic Field, Materials Science, Vol 16, No.2

Vassiliadis, S., Provatidis, C., Prekas, C., Rangussi, M., (2005), Novel Fabrics with Conductive Fibres, Intelligent Textile StructuresApplication, Production & Testing International Workshop, Greece

Yılmaz N., (2015), Power Sourced Heated Jacket, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

Yılmaz R., (2014), Materials That Have Electromagnetic Shielding Feature, Electronic Journal of Vocational Colleges, Cilt 4, Sayı 1, ss. 136 – 150

Zieba, J., Frydrysiak, M., (2006), Textronics – Electrical and Electronic Textiles. Sensors for Breathing Frequency Measurement, Fibres & Textiles in Eastern Europe January / December 2006, Vol. 14, No. 5 (59)