

TASARIMDA ELEKTRONİK TEKSTİLLER

ELECTRONIC TEXTILES IN DESIGN

Dr. Öğretim Üyesi Mustafa Oğuz GÖK

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, mustafaoguz@ksu.edu.tr, Kahramanmaraş/Türkiye
ORCID: 0000-0003-1269-5228

ÖZET

İnsan, çağlar boyunca beslenme, örtünme, barınma ve/veya korunma gibi farklı gereksinimlere ihtiyaç duymuştur. Toplumun artan istekleri ile birlikte tekstil ürününden beklenen özellikler de zamanla artış göstermeye başlamıştır. Tekstil ürünleri, yalnızca örtünme amaçlı değil, bunun yanı sıra koruma, bilgi alıp-verme, değerlendirme, vb. farklı fonksiyonel özellikleri bir arada bulandıran bir yapıya bürünmeye başlamıştır. Bu özellikleri de yalnızca kendi başına değil diğer disiplinler ile ortaklaşa bir şekilde çalışarak başarmıştır ve başarmaya da devam etmektedir. Tekstil bilimi özellikle elektronik endüstrisi ile işbirliği içerisine girerek tıp, askeri, uzay, savunma, koruma, otomasyon vb. birçok alanda önemli bir rol almaya başlamıştır. Tüm bu gelişmeler ışığında "Teknik Tekstiller" olarak tanımlanan yeni bir tekstil alanı ortaya çıkmıştır. Kullanım yeri ve amacına göre doğal ve yapay tekstil elyaf ve malzemeleri bazen tek başına bazen de diğer polimer ve/veya malzemelerle karıştırılarak kullanılmaya başlanmıştır. Böylece istenen özellikleri sağlayan kompozit yapılar elde edilmeye başlanmıştır. Gelişen teknoloji ve yöntemler kullanılarak tekstil ürünlerine farklı özellikler kazandırılmıştır. Böylece toplumun artan refah ihtiyaçlarına bağlı olarak örtünme ve süslemenin yanında farklı fonksiyonlara sahip (çok fonksiyonlu) tekstil ürünleri ortaya çıkmaya başlamıştır. Ortaya çıkan bu interaktif tekstillerin üretimi ve kullanımı zamanla yaygınlık kazanmaya başlamıştır. Teknik tekstiller içerisinde katma değeri en yüksek olan alanlardan birisi de elektronik tekstillerdir. Elektronik tekstiller; içerisinde elektronik devre elemanlarının bulunduğu tekstil ürünleri olarak bilinmektedir. Bu çalışmada elektronik tekstil tasarımlarının geçmişi, kullanım alanlar, tasarım örnekleri hakkında bilgilendirme yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler
Teknik tekstil,
Elektronik tekstil,
Tasarım,
Prototip

ABSTRACT

Human needs different requirements such as nutrition, covering, dressing and / or protection during the ages. Along with the increasing demand of the society, the characteristics expected from the textile product also started to increase with time. Textile products are not only for covering purposes, but also they have different functional properties together like protection, information exchange, evaluation, etc. It has also succeeded in achieving and succeeding not only by itself but also by working in partnership with other disciplines. Textile science, in particular with the electronics industry in cooperation with medicine, military, space, defense, protection, automation and so on. many venues have begun to take on an important role. In all these developments, a new field of textile has emerged which is defined as "Technical Textiles". Natural and artificial textile fibers and materials are sometimes used alone and sometimes mixed with other polymers and / or materials according to the place and purpose of use. Thus, composite structures that provide desired characteristics have begun to be obtained. By using the developing technologies and methods, different characteristics have been given to the textile products. Thus, depending on the increasing prosperity needs of the society, textile

Keywords
Technical textile,
Electronic textile,
Design,
Prototype.

products with different functions (multifunctional) have emerged besides the covering and trimming. The production and use of these emerging interactive textiles has become widespread over time. Among the technical textiles, one of the areas with the highest added value is the electronic textiles. Electronic textiles; are known as textile products where electronic circuit elements are located. In this study, electronic textile designs's history, usage areas, design examples are informed.

1. GİRİŞ

Tasarımın farklı tanımları vardır. Tasarım; bir şeyi zihinsel olarak biçimlendirme, kurma ve tasavvur etme olarak tanımlanabilmektedir. Kullanılan tanım, kullanım alanına göre farklılık göstermektedir. Tasarımda önemli olan nokta ise tüketicinin beklentileridir.

Tasarım süreci farklı adımlardan oluşmaktadır. Bu adımlar;

- Problemin belirlenmesi,
- Bilginin toplanması,
- Yaratıcılık ve buluş,
- Çözüm bulma,
- Uygulamadır.

Her bir adım kendi içinde farklı süreçleri barındırmakta ve farklı ilkelere sahiptir.

Tasarım ilkeleri temel olarak; çizgi, ton, renk, doku, biçim, ölçü ve yön olarak sınıflandırılmaktadır. Bu ilkeler tasarımın hammaddeleridir. Bu ilkeler belirli oranlarda bir bütün içerisinde bir araya getirildiğinde tasarım sürecini oluşturmaktadır. Tasarım ürününün bir dengenin olması, görsel bir algı yaratması, belirli bir orantı içerisinde oluşturulmuş olması, bir bütünlük sağlaması ve bir olguyu vurgulaması gerekmektedir.

Tasarımda ilk adım ve en uzun süren adım taslaktır. Çizilen taslağın zihinsel olarak kabul edilmesi belirli bir süreç gerektirir. Yaratıcılığın ortaya çıktığı en temel süreçtir. Taslağı çizilen bir ürünün görselleştirilmesi daha çabuk ve kaliteli bir şekilde olmaktadır. Tasarımda bir bütün halinde kompozisyonun olması gerekmektedir.

Gelişen teknoloji ve artan insan ihtiyaçları tasarımcıları araştırmaya yönlendirmiş ve katma değeri yüksek ürün grupları ortaya çıkmaya başlamıştır. Tekstil ürünleri de bu değişimden etkilenmiş ve daha fonksiyonel giysi ürünleri tasarlanmaya başlanmıştır. Tekstilde fonksiyonel ürün grupları dendiğinde akla ilk gelen tekstil grubu teknik tekstillerdir. Bu tekstiller her geçen gün günlük hayatta karşımıza sıklıkla çıkmaya başlamıştır. Bakım ve hijyen amaçlı tekstil ürünleri (örtüler, maskeler, vb.), taşımacılıkta kullanılan teknik tekstiller (zırhlı kaplamalar), koruyucu tekstiller (zehirli bir veya birçok maddeden koruyan koruyucu giysiler), bina ve inşaat da kullanılan teknik tekstiller (Binanın sağlamlığını artırmak için kullanılan malzemeler), jeotekstiller (filtreleme, destek sağlamaya yarayan tekstiller), tarım teknik tekstilleri (doğa koşullarının zararlarını önlemek amaçlı kullanılan tekstiller), spor teknik tekstilleri (malzemelerde kullanılan güçlendirici, yarışlarda önem kazandıran tekstiller) vb. bir çok uygulama alanı bulunmaktadır. Teknik tekstillerin bu alt sınıfları arasında gelişmeye en müsait bölümlerden birisi de akıllı tekstillerdir. Akıllı tekstiller; üzerinde farklı mekanizmaların olduğu, çevresel uyarıları algılayabilen ve gerektiğinde cevap verebilen tekstillerdir. 1850'lerde çeşitli korse ve kemerlerin elektro terapi amaçlı kullanılmasıyla ortaya çıkan akıllı tekstiller, 1955 yılında ilk giyilebilir bilgisayarların geliştirilmesiyle adını sıklıkla duyurmaya başlamıştır. Bu gelişmelerin ardından 1950'li yıllarda keşfedilen piezo materyallerde ki ilerlemeler önemli gelişmelerin ortaya çıkmasına fayda sağlamıştır. 1960'lı yıllarda şekil hafızalı polimerler keşfedilmiştir. 1970'li yıllarda polimerik jellerin kullanımı başlamıştır. Akıllı tekstiller alanındaki en önemli gelişme ise 1970'li yıllarda sentetik malzemelerin keşfiyle başlamış ve bu tarihten itibaren bu alanda birçok çalışma gerçekleştirilmiştir.

Akıllı tekstiller kendi içerisinde sınıflara ayrılmaktadır;

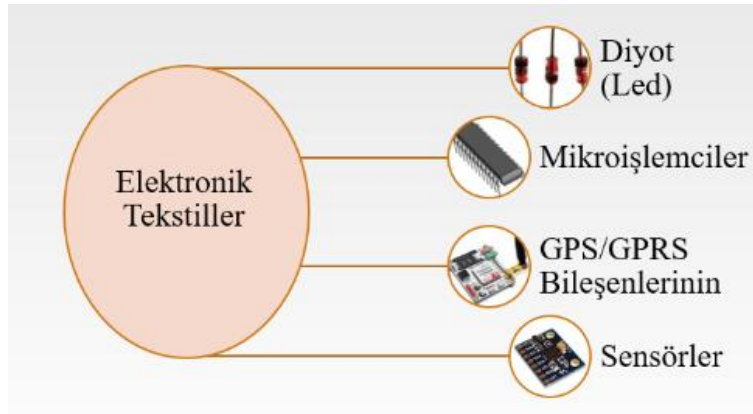
- Faz değiştiren materyaller
- Biçimsel hafızalı materyaller
- Kromik materyaller
- Elektronik tekstiller

Bu çalışmada akıllı tekstillerin bir alt sınıfı olan elektronik tekstiller hakkında bilgiler verilmiştir.

2. ELEKTRONİK TEKSTİLLER

Firmalar, rekabet ortamında ayakta kalabilmek amacıyla kendilerini geliştirmeye başlamışlar ve katma değeri yüksek ürün gruplarına yönelmişlerdir. Tekstilde bu ürün grubu akıllı tekstil olarak bilinmektedir. Yüksek derecede arge çalışmaları isteyen bir grup olarak karşımıza çıkmaktadır. Multidisipliner bir çalışma sonucunda ortaya çıkan ürünlerdir. Fonksiyonel özelliklere sahiptirler. Tüm bu özellikleri kapsayan ürün grubu ise elektronik tekstillerdir.

Elektronik tekstiller; Genel olarak bir kumaşın üzerine veya içerisine ışık yayan diyotların, mikroşlemcilerin, GPS bileşenlerinin, sensörlerin, vb. devre elemanlarının entegre edildiği yeni bir tür giysi sistemidir. Bu tür tekstiller üzerinde yer alan sistemler vasıtasıyla veriler toplanır, değerlendirilir, duruma göre tepki verilebilir veya iletilebilir.



Şekil 1. Elektronik Tekstiller

Elektronik tekstillerin kullanım alanı her geçen gün artmaktadır. Kalp atışlarını dinleyen yatak çarşafı, uyumak üzere olan sürücülerini uyandıran araba koltukları, vücut ısısı kontrolü yapan iç çamaşırları, nabız kontrolü yapan giysiler, terleme kontrolü yapan atletler, renk değiştiren tekstil ürünleri, vb. örnekler elektronik tekstiller içerisinde yer almaktadır.

Her bir elektronik tekstil örneğinin çalışma prensibi farklı olmaktadır. Örneğin; son zamanlarda en sık çalışılan konulardan birisi de hayati sinyalleri tespit eden giysilerdir. Bu tür elektronik tekstillerin sistematiği şu şekildedir;

Tasarım üzerinde yer alan sensörlerden gelen sinyaller bir işlemcide toplanmaktadır. Gelen sinyallerin işlemcide değerlendirilmesi yapılmaktadır. Gelen bu verilerin sonuçları izlenmekte değerlendirilmekte ve istendiği takdirde kablolu veya kablosuz bir şekilde belirlenen yere iletilmektedir.



Şekil 2. Hayati Sinyalleri Tespit Eden Giysilerin Sistematiği

Elektronik tekstiller üzerine çok sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir ve gerçekleştirilmeye de devam edilmektedir.

3. ELEKTRONİK TEKSTİLLER KONUSUNDA YAPILAN BAZI ÖRNEK ARAŞTIRMALAR

Çalışmanın bu bölümünde elektronik tekstiller ile ilgili yapılmış çalışmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

Gürcüm ve arkadaşları, Kablosuz bir şekilde uzaktan nabız ölçümü yapabilen bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistem ile birlikte vücuda yerleştirilen kumaş elektrotlar sayesinde kişinin nabız değerleri ölçülmüştür. Ölçülen değerler bilgisayar ekranında görüntülenmiştir. Bu sistem ile kişinin uzaktan izlenmesine yardımcı olabilecek bir tasarım oluşturulmuştur (Gürcüm ve ark., 2015).

Büscher ve arkadaşları, esnek ve elastik kumaş tabanlı dokunma sensörleri üzerine araştırma yapılmıştır. Çalışmada yapılan tasarım ile birkaç dokunma sensör hücresinin tek bir sensör yaması üzerine giydirilebildiğine dikkat çekilmiştir. Yapılan tasarımının 1kPa-500 kPa aralığında çalışabildiği ve bu aralığın bir insanın günlük kullanım özelliklerini rahatlıkla sağlayabileceği belirtilmektedir. Sensör tabakalı bir yapıya sahiptir ve oldukça sağlam ve çoğu kuvvete karşı oldukça dayanıklıdır. Özel eldiven tasarımının 54 adet dokunma hücresine sahip olduğu ve veri toplama elektroniklerine sahip olduğu gösterilmektedir. Elin her bölgesinin ne kadarlık bir kuvvete maruz kaldığı bilgisayar ekranından çeşitli renklendirmelerle gösterilebilmekte ve dokunma hissiyatı takip edilip yorumlanabilmektedir. Çalışma sonucunda yapılan eldiven dokunma sensör tasarımının basınç ölçümünü tüm el yüzeyinde ve parmaklarda ayrıca yapabildiği sonucuna varılmıştır. Bu eldiven ince ve elastik bir yapıya sahiptir ve veri depolayabilmektedir. Entegre edilebilir olması da bir başka avantajdır (Büscher ve ark., 2015).

Roh, tekstil dokunma sensörleri üzerine araştırma yapılmıştır. Bu sensörler metal kompozit ipliklerin nakış metoduyla yapılmıştır. Dokunma sensörü olarak bir prototipin potansiyometreli direnç değişim metoduna esas alınmıştır. Çalışmada kaplamalı polyester iplikler kullanılmıştır ve dokunma sensörlerinin performansları değerlendirilmiştir. Çalışma sonunda basit yapıya sahip nakış metotlu sensör ile yumuşak, hafif, esnek ve katlanabilir özellikte bir tasarım yapılmıştır. Yapılan bu tasarımların ceket ve Jean gibi uygulamalarda rahatlıkla kullanılabileceği belirtilmiştir (Roh, 2014).

Lim ve arkadaşları, giyilebilir tekstil yapıları yama antenler üzerine araştırma yapılmış, avantajları belirtilmiştir. Kablosuz sinyalleri alıp iletme görevini yerine getirebilmesi en büyük avantajı olarak vurgulanmıştır. Özellikle izleme ve navigasyon amaçlı kullanılabileceği belirtilmiştir. Antenlerin geçmişten günümüze geliş hakkında bilgiler vermişlerdir. Çalışmada anten boyutlarını azaltmak için antenin ayrılmaz tasarım bileşeni olarak küçük devre pinleri metodu önerilmektedir. Sonuç olarak bu metot kullanılarak anten boyutlarının yaklaşık %68 oranında azaltılarak 20 mm * 41 mm boyutlarına düşürüldüğü gösterilmektedir (Lim ve ark., 2014)

Blecha ve arkadaşları, baskı yapılmış antenler ve bu tekstil yüzeylerinin bilgi iletimi ile ilgili bilgiler vermişlerdir. Bu sistem itfaiyecilerin elbiseleri üzerine tasarlanmaktadır. Çalışmalarda iletken macunlar kullanılmaktadır. Geleceğin teknolojisi olarak görülmektedir. Kullanımının kolay olması ve maliyetinin düşük olması elektronik tekstillerin geleceği açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Blecha ve ark., 2014).

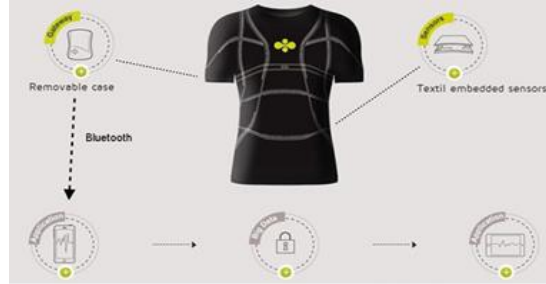
Hollandalı tasarımcı Pauline Van Dongen güneş enerjili kıyafet tasarlamıştır. Tasarlanan tişört omuz ve kol detaylarına entegre edilen 120 esnek güneş paneli sayesinde yaklaşık 1 watt elektrik üretebilmektedir. Bir akıllı telefonu ya da mobil bir cihazı şarj etmeye yetecek kadar elektrik üretebilen tişört sadece güneşten değil iç mekân aydınlatmalarından da faydalanabilme imkânı sunmaktadır. USB girişi ile bağlantı kurulabilen tişört, ürettiği ihtiyaç fazlası enerjiyi daha sonra kullanmak üzere depolayabilmektedir (İnternet, 2018).



Şekil 3. Hollandalı tasarımcı Pauline Van Dongen'in solar tişört tasarımı (İnternet, 2018)

Karahanlar ve Alsan, nanoteknoloji ve bu teknolojinin tarihi hakkında bilgi vermiş, akıllı tekstillerin dokuma ve örme tekstil yüzeylerindeki kullanım örneklerini ayrıntılı şekilde göstermişlerdir. Çalışma sonucunda tekstildeki tüm bu değişimlerin ve akıllı uygulamaların sonucunda moda kavramının değişip moda mühendisliği kavramının oluşacağı anlatılmıştır (Karahanlar ve Alsan, 2014).

Cityzen Sciences'ın "Smart Sensing" isimli kumaş teknolojisi dâhili sensörleri ile egzersiz/spor süreci hakkında kişilere ayrıntılı bilgiler sağlamaktadır. Bünyesinde kalp atışı, vücut sıcaklığı ve solunum hızı gibi parametreleri ölçen bir mikro sensör ağı bulunan akıllı kumaş, bu bilgileri Bluetooth destekli verici ünitesi üzerinden akıllı cep telefonlarına aktararak kayıt altına almaktadır. Aynı zamanda barındırdığı ivmeölçer, altimetre ve GPS ile yükseklik değeri dâhil konum bilgisini de takip edebilmektedir. Eldiven, gömlek ya da pantolon gibi farklı giysiler için aktif olarak kullanılabilir. Özellikle profesyonel sporcular için sağladığı anlık solunum ve kalp atış değeri gibi bilgilerle faydalı bir yapı sağlayan Smart Sensing, spor/egzersiz süreci dışında eklenebilen farklı sensörler vasıtasıyla bazı hastalıklar için kullanılabilir bir yapıya sahiptir (İnternet, 2018).



Şekil 4. Cityzen Sciences'ın "Smart Sensing" İsimli Kumaş Teknolojisi

Bir diğer çalışma akıllı şort Mbody'dir. Bacakların kas aktivitesini ölçerek akıllı telefonlardan bilgi vermektedir. Sensörlerden ve MCell modülünden (yıkama sırasında çıkartılabilen) oluşmaktadır. Telefona yüklenen uygulama sayesinde sağ ya da sol bacağın ne düzeyde çalıştığı görülebilmektedir. Çalışma sistemi bu rapora göre düzenlenebilmektedir. GPS üzerinden yapılan hız ile mesafe hakkında bilgi sağlamaktadır (İnternet, 2018).



Şekil 5. Akıllı Şort "Mbody"

Soukup ve arkadaşları, sağlık ve medikal alanında akıllı tekstil uygulamaları için sıcaklık ve nem sensörlerinin tekstil kumaşları içerisine entegre edilmesi ile ilgilidir. Sağlık tedavisinde kullanımı için akıllı tekstil ürünlerinden dayanıklılık, yıkama dayanımı, esneklik, zehirsiz olması ve giysinin konforu, vb. özellikler beklenmektedir. Bu özellikleri ise iletken ipliklerin kullanıldığı sensörler yardımı ile sağlanmaktadır. Bunlar kumaşlara farklı yöntemler ile entegre edilebilmektedir. Tasarlanan sıcaklık ve nem sensörleri farklı ortamlarda test edilmişlerdir. Sonuç olarak tasarlanan sensörlerin yıkama esnasında yüksek bir dayanıklılığa sahip olduğu görülmüştür. Çalışmada farklı iletkenlik ve direnç değerlerine sahip iplikler kullanılmıştır (Soukup ve ark., 2014).

O'Quigley ve arkadaşları, Romatoid Artrit'in (RA) ev ortamında izlenmesi için sağlık çözümü ile ilgili bir potansiyel sunmaktadır. Hareket yakalayıcı VICON Nexus sistem ile piezo-rezistif kumaşlara dayanan geliştirilmiş sensör eldiveni ev ortamında uygulanmıştır. Bu deneyden sonucunda el hareketleri ölçümü, eldiven uygun durumda iken yapılabilmektedir. Tasarlanan sistem ticari olarak pahalı hareket yakalama eldivenleri ve yüksek kaliteli özel kamera sistemlerinden daha erişilebilir olma potansiyeline sahiptir. Düşük maliyete sahip olan bu eldivenler geleneksel metalik bileşenlere dayanan giyilebilir sistemlerle karşılaştırıldıklarında daha konforludur (O'Quigley ve ark., 2014).

Amala ve arkadaşları, sinüs ritminin devamlı izlenmesi amaçlı giyilebilir akıllı kemer üzerine araştırma yapılmıştır. Çalışmada vücut sıcaklığı ve kalp atışı gibi parametrelerin takibinin amaçlanmıştır. Ölçülen değerlerin uzak bilgisayarlara gönderilmesi sağlanmıştır. Acil durumları algıladığında ise acil durum mesajı gönderebildiği belirtilmiştir. Sonuç olarak yapılan e-tekstil tasarımı ile hastanın anlık sıcaklık ve kalp atış değerlerini takip edilebildiği ve konforlu şekilde hastanın uzun saatler sistemi üzerinde taşıyabildiği belirtilmiştir (Amala ve ark., 2014).

Tien ve arkadaşları, göğüs hastalıkları acil bölümlerinde akıllı tekstil uygulamaları araştırılmıştır. Giyilebilir konforlu yelek ve göğüs kemeri tasarımı yapılmıştır. Kalp atışları takip edilmektedir ve kablosuz iletişim ile değerler iletilmektedir. Sistem geliştirilen program ile hastanın uzun vadeli durumunu sistematik olarak izlemekte ve öngörü yapmaktadır. Acil durum anında doktora ve yakınlarına acil durum mesajı da gönderebilmektedir. Tasarımın konforunun biraz daha artırılarak gelecekte önemli derecede kullanılabilmesine vurgu yapılmıştır (Tien ve ark., 2014).

Romagnoli ve arkadaşları, egzersiz esnasında kalp aktivitesini kontrol eden bir sistem üzerinde araştırma yapılmıştır. Sistemde kalp atış ve HRV analizleri kıyaslanmıştır. Testler poliklinikte yapılmıştır ve sonuçlar çalışmada gösterilmiştir. Tasarlanan bir akıllı tekstil uygulaması ile ölçülen kalp atışları kişisel cep telefonu veya bilgisayara iletilmiştir. HRV yönünden sistemin uygun olmadığı fakat HR ölçümleri bakımından sistemin kullanılabilmesi çalışmada gösterilmiştir (Romagnoli ve ark., 2014).

Seesaard ve arkadaşları, sağlık durumunu izleme amaçlı kumaş sensörlerine dayalı akıllı koklama özelliği olan tişört üzerine araştırma yapılmıştır. Vücut kokusunu analiz edebilen bir sistem tasarlanmıştır. Koku sensörleri ve bilgisayar arasındaki bağlantı ZigBee kablosuz ağ sistemi ile sağlanmıştır. Yapılan tasarım insan vücudundaki koku değişimini farkını tespit ederek sağlık durumunu tespit etmektedir. Sensörler koltuk altına dikilmiştir. Çalışma sonucunda insan aktivitesine göre bakteriyel kaynaklı koku değişimleri tespit edilmiş ve kişinin sağlık durumu ekranda gösterilmiştir (Seesaard ve ark., 2013).

Guo ve arkadaşları, nefes ritmini uzun süreli görüntüleme amaçlı giysi tabanlı sensör sistemi araştırılmıştır. Piezo-resistive sensörlü entegre bir giysi tasarımı yapılmıştır. Yapılan prototip beş açıdan test edilmiş ve standart piezo solunum kemeri ile sonuçları kıyaslanmıştır. Çalışma sonucunda yapılan giysi tasarımı elektronik tekstil uygulamasının standart ölçücüyle benzer değerleri verdiği gözlenmiştir. Kullanım kolaylığı ve sinyal kalitesinin iyi olmasının sistemin artıları olduğu, dezavantaj olarak ise sistemin nefes dışındaki vücut hareketlerinden de etkilenebildiği belirtilmiştir (Guo ve ark., 2013).

4. SONUÇ

21. yüzyılda her alanda yeni buluşların ortaya çıkması ve teknolojilerin gelişmesi ile birlikte disiplinler de birbirleri ile iç içe girmiş bir duruma gelmiştir. Multidisipliner çalışmaların sayısı hızla artmaya başlamıştır. Bu çalışma alanlarından bir tanesi de tekstil-elektronik bölümlerinin bir arada ortaya çıkardıkları ürünlerdir. Bu ürünler elektronik tekstil ürünleri olarak ifade edilmektedir. Sağlık, askeri,

moda, vb. birçok alanda teknik ürünler ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda bu konuda örneklere literatürde fazlaca rastlanılmaya başlanmıştır. Çalışmalar incelendiğinde özellikle prototip çalışmaların ön planda olduğu görülmektedir. Bu tip ürünlerin eksikliklerinin tespit edilmesi ve giderilmesi ve geliştirilmesiyle piyasaya çıkarılması hedeflenmektedir. Piyasaya çıkarılan ürünlerin geniş kitleler tarafından kullanılmasıyla hem insan ihtiyaçları giderilmiş olacak hem de zamandan tasarruf sağlanacaktır.

KAYNAKÇA

- Amala, M. C., Anjaly, M., Githin, T. S., Jomin, J. & Arun, P. (2014). "An Intelligent Wearable E-Belt For Continous Monitoring of Sinus Rhythm", 2014 Fourth International Conference on Advances in Computing and Communications, 227-230.
- Blecha, T., Linhart, R. & Reboun, J. (2014). "Screen Printed Antennas on Textile Substrate", 2014 Electronics system-integration conference, 1-4.
- Büscher, G. H., Kõiva, R., Schürmann, C., Haschke, R. & Ritter, H. J. (2015). "Flexible and Stretchable Fabric-based Tactile Sensor", Robotics and Autonomous Systems, Vol 63, 244–252.
- Guo, L., Berglin, L., Wiklund, U. & Mattila, H. (2013). "Design of a Garment-based Sensing System for Breathing Monitoring", Textile Research Journal, Vol 83, Issue 5, 499-509.
- Gürcüm, B. H., Gök, M. O. & Babaoğlu, S. (2015). "Hayati Verileri Tespit Eden Elektronik Tekstiller", International Refereed Journal of Engineering and Sciences, Vol. 5, 152-177.
- İnternet: AUTHORNAME. E-textile. © 2015 - SOLARBABA.COM. 2015-11-19. <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.solarbaba.com%2Fhaber%2Fbir-akin-kiyafetleriniz-elektrik-uretsin&date=2015-11-19>, "Son Erişim Tarihi: 18.11.2015".
- İnternet: AUTHORNAME. E-textile. 2015 © DonanimHaber. 2015-11-19. <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.donanimhaber.com%2Fdiger-bilim-ve-teknoloji%2Fhaberleri%2FCityzen-Sciencesin-akilli-kumas-teknolojisiyle-egzersiz-sureci-ayrintili-bir-sekilde-kayit-altina-alinabiliyor.htm&date=2015-11-19>, "Son Erişim Tarihi: 18.11.2015".
- İnternet: AUTHORNAME. E-textile. 2015 © DonanimHaber. 2015-11-19. <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.donanimhaber.com%2Fdiger-bilim-ve-teknoloji%2Fhaberleri%2FAkilli-sort-modeli-Mbody-kas-aktivitesini-olcerek-akilli-telefonlardan-bilgi-verebiliyor.htm&date=2015-11-19>, "Son Erişim Tarihi: 18.11.2015".
- Karahanlar, Ü. & Alsan, Ş. (2014). "Dokuma ve Örmeye Üzerinde Akıllı Uygulamalar", Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul.
- Lim, E. G., Wang, Z., Wang, J. C., Leach, M., Zhou, R., Lei, C. U. & Man, K. L. (2014). "Wearable Textile Substrate Patch Antennas", Engineering Letters, Vol 22, Issue 2, 1-8.
- O'Quigley, C., Sabourin, M., Coyle, S., Connolly, J., Condall, J., Curran, K., Corcoran, B. & Diamond, D. (2014). "Characteristics of a Piezo-Resistive Fabric Stretch Sensor Glove for Home-Monitoring of Rheumatoid Arthritis", Wearable and Implantable Body Sensor Networks Workshops (BSN Workshops), 2014 11th International Conference on, 23-26.
- Roh, J. S. (2014). "Textile Touch Sensors for Wearable and Ubiquitous Interfaces", Textile Research Journal 1-12.
- Romagnoli, M., Alis, R., Guillen, J., Basterra, J., Villacastin, J. P. & Guillen, S. (2014). "A Novel Device Based on Smart Textile to Control Heart's Activity During Exercise", Australas Phys Eng Sci Med., Vol 37, 377–384.
- Seesaard, T., Khunarak, C., Lorzongtragool, P. & Kerdcharoen, T. (2013). "Intelligent Smelling Shirt Based on Fabric Sensors for Health Status Monitoring, Electron Devices and Solid-State Circuits (EDSSC), 2013 IEEE International Conference of. 1-2.

- Soukup, R., Hamacek, A., Mracek, L. & Reboun, J. (2014). "Textile Based Temperature and Humidity Sensor Elements for Healthcare Applications", Electronics Technology (ISSE), Proceedings of the 2014 37th International Spring Seminar on, 407-411.
- Tien, S. C., Lee, R. G., Feng, Y. Y., Huang, S. F., Chang, W. H. & Lee, T. Y. (2014). "Smart Textiles Applied in Emergency Department Patients With Chest Pain", Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB), 2014 IEEE International Symposium on, 1-4.