

Field : Sports Textile

Type : Review Article

Recieved: 10.07.2016 - Accepted: 19.10.2016

Farklı Spor Branşlarında Kullanılan Akıllı Tekstil Ürünlerinin İncelenmesi

Kadri AKÇALI

Bartın Üniversitesi, Bartın Meslek Yüksekokulu, Bartın, TÜRKİYE

E-Posta: akcali@bartin.edu.tr

Öz

Teknolojik araştırmalara paralel olarak her alanda olduğu gibi, tekstil alanında da her geçen gün farklı fonksiyonel özelliklere sahip tekstil ürünlerinin ortaya çıktığı bilinmektedir. Akıllı tekstiller yüksek katma değer özellikleri ve ileri teknoloji kullanımına olanak vermeleri nedeniyle büyük ilgi gören alanların başındadırlar. Akıllı tekstil yapı ve ürünleri olarak tanımlanan bu ürünler özellikle son yıllarda farklı spor branşlarında kullanılmaktadırlar. Yapılan çalışmalar; spor tekstilleri olarak kullanılan farklı akıllı tekstil ürünlerinin sporcu performansları ve ekipmanlara yaptığı katkıları ortaya çıkartmaktadır. Bu çalışma kapsamında akıllı tekstil ürünlerinin farklı spor branşlarında kullanımı ve spor branşlarında mücadele eden sporcuların antrenman ile müsabaka performanslarına etkileri incelenmiştir. Örnek akıllı tekstil yapıları ve ürünleri ile farklı disiplinleri bir araya getiren çalışmaların özellikleri ve geleceği ortaya çıkartılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı tekstil, spor tekstili, giyilebilir akıllı sistemler, sporcu kıyafetleri

The Investigation of the Usage of Smart Textile Products in Different Sport Branches

Abstract

It is also known to occur every day textile products with different functional properties in the textile areas as in all areas in parallel with technological researches. Smart textiles are at the beginning in great interest areas because they allow the use of advanced technology and have high value added features. These products defined as smart textile structures and products have been used in different sport branches in recent years. The studies reveal the contribution of the usage of different smart textiles as sportech to athletes performance and sport equipments. In this study, the usage of smart textiles in different sport branches and the impacts of the usage smart textiles on competitions and training performances of athletes were investigated. The features and the future of multidisciplinary studies have revealed with the examples smart textile structures and products..

Keywords: Smart textile, sportech, wearable smart systems, sport clothes

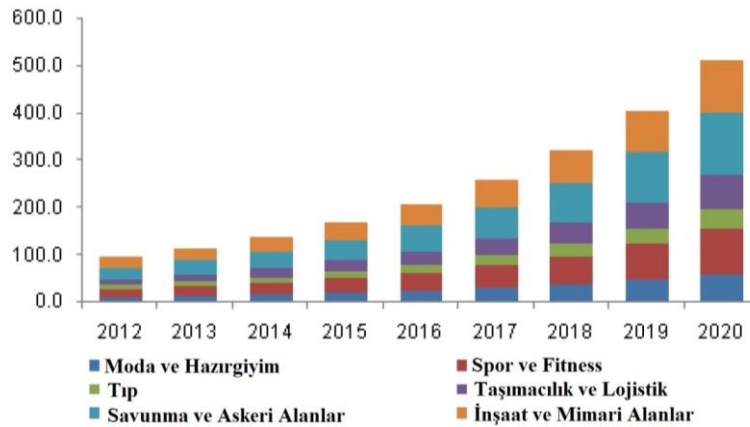
Giriş

Gelişen teknoloji ve tekstil alanında kullanılan ürünlerin sahip olması beklenen üstün fiziksel ve performans özelliklerine paralel olarak tekstil alanında yapılan çalışmaların önemli bir kısmını akıllı tekstil yapıları oluşturmaktadır. Teknik tekstiller sınıfı içerisinde yer alan akıllı tekstil yapılarının sahip olduğu yüksek katma değer özelliği ve ileri teknolojilerin kullanımına olanak sağlamaları bu alanın her geçen gün daha fazla çalışmanın yapılmasının temel nedenlerinden biri olarak göze çarpmaktadır.

Akıllı tekstiller; standart tekstil ürünlerinin sahip olduğu doğal atmosfer şartlarından korunma ve süsleme özelliklerine ilave olarak herhangi bir dış etki karşısında algılama ve tepki verebilme özelliğine sahip yapılar olarak tanımlanabilmektedir (Coşkun, 2007: 7). Kontrol etmemize gerek olmaksızın etkilere tepki veren yapılar ve olaylar karşısında otomatik olarak aktif reaksiyon gösteren yapılar akıllı ürünler olarak literatürde kendine yer bulmuştur (Kayacan ve Bulgun, 2012: 30). Akıllı tekstiller sahip oldukları teknoloji ve beklenen üstün özellikleri nedeni ile tekstil, malzeme bilimi, tasarım, elektronik, tıp ve bilgisayar bilimi gibi farklı disiplinlerin bir arada çalışması sonucunda ortaya çıkan ürünler olarak ortaya çıkmaktadırlar.

Geniş kitlelere hitap etmesi ve ekonomik ölçekte büyük bir paya sahip olması nedeniyle akıllı tekstil ürünlerinin ilgi alanlarından en önemlilerinden biride spordur. Spor branşlarında yarışan sporcuların kullandığı ekipmanlar ve spor kıyafetlerin içerisinde de son yıllarda akıllı tekstil ürünlerinin giderek yaygınlaştığı görülmektedir. Spor tekstilleri olarak sınıflandırılan tekstil ürünlerinden beklenen özelliklerin başında performansı olumlu yönde geliştirme ile müsabaka ve antrenman sırasında sporculara ek değerler kazandırması beklenmektedir. Bu beklentilere paralel olarak akıllı tekstil üzerine yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu spor alanında da faaliyet göstermektedir.

İlk etapta bazı özel askeri birliklerin ve bazı spor dallarında mücadele eden profesyonel sporcuların kullanımı için geliştirilen akıllı tekstiller son yıllarda hazır giyim markalarının üretiminde de önemli bir yer teşkil etmektedirler.



Şekil 1. Avrupa Akıllı Tekstil Pazar Hacmi (Amerikan Doları)

Akıllı tekstillerin 2013 yılı Dünya pazar hacmi 350,3 milyon dolar civarındadır. Avrupa pazarı hacminin ise; 2012 yılında 100 milyon dolar olduğu ve bu pazarın 2020 yılına kadar büyük bir büyüme oranına bağlantılı olarak 500 milyon dolar seviyesine çıkacağı tahmin

edilmektedir. Bu büyümede önemli payların spor, askeri ve mimari alanda kullanılan akıllı tekstillere ait olduğu öngörülmektedir (<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-textiles-industry>).

Bu çalışma kapsamında akıllı tekstil yapılarının farklı spor branşlarında kullanımı ve sporcuların antrenman ve müsabaka performanslarına etkileri incelenerek, standart spor tekstillerine yaptıkları katkılar göz önüne çıkartılacaktır. Prototip ve üretimi gerçekleşen ürün örnekleri incelenerek elde edilen ek özelliklere vurgu yapılması amaçlanmıştır. Hem sektör içerisinde yer alan firmalara bir yol haritası, hem de akıllı tekstil ürünleri üzerine yapılması planlanan çok disiplinli çalışmalara katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Akıllı Tekstiller

“Akıllı” kavramı, teknik anlamda çevresel değişikliklere karşı kendi bünyesinde veya bizzat o çevrede değişiklik yaparak efektif şekilde adapte olma yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Kayacan ve Bulgun, 2012: 30). Tanımlanmış bazı çevresel etmenler karşısında belirgin bazı özelliklerini değiştirme yeteneğine sahip yani reaksiyon veren yapılar akıllı tekstiller sınıfına girmektedirler.

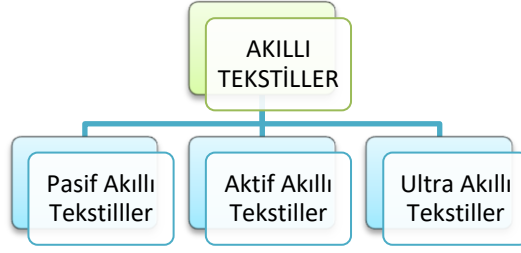
Günümüzün mp3, mp4, radyo ve telefon gibi mobil aygıtları ile birleştirilen konfeksiyon ürünleri akıllı tekstil ürünlerine verilebilecek en temel örnekler olarak göze çarpmaktadır.



Şekil 2. Mobil aygıtlı akıllı tekstil ürünü örneği

Akıllı tekstillerin kullanımına son yıllarda sadece hazır giyim alanında değil farklı alanlarda da sıklıkla rastlanmaktadır. Uyumak üzere olan araç sürücülerini uyaran araba koltukları, oda sıcaklığına göre renk değiştiren ev tekstili ürünleri, kalp atışını takip eden medikal tekstil yapıları, mobilyaların üzerine yerleştirilen ev kontrol cihazları ve kumaş piyanolar gibi farklı ürünler bu duruma verilebilecek örneklerden sadece bir kaçıdır.

Akıllı tekstiller kendi aralarında üç temel gruba ayrılmaktadırlar. Bunlar; pasif akıllı tekstiller, aktif akıllı tekstiller ve ultra akıllı tekstil yapılarıdır.



Şekil 3. Akıllı tekstillerin sınıflandırılması

Pasif akıllı tekstiller; sadece çevresel etkileri algılama özelliğine sahip akıllı tekstil ürünleri olarak tanımlanabilmektedir. Günümüzde kullanılan giyilebilir sensörler bu grup altında ele alınmaktadır.



Şekil 4. Giyilebilir sensör örneği

Aktif akıllı tekstiller; çevresel uyarınları algılayan ve tepki veren akıllı tekstil ürünleridir. Giyilebilir sensör ve aktüatörlerden (uyarıcılar) oluşan tekstil ürünleri bu grup altında incelenmektedirler.

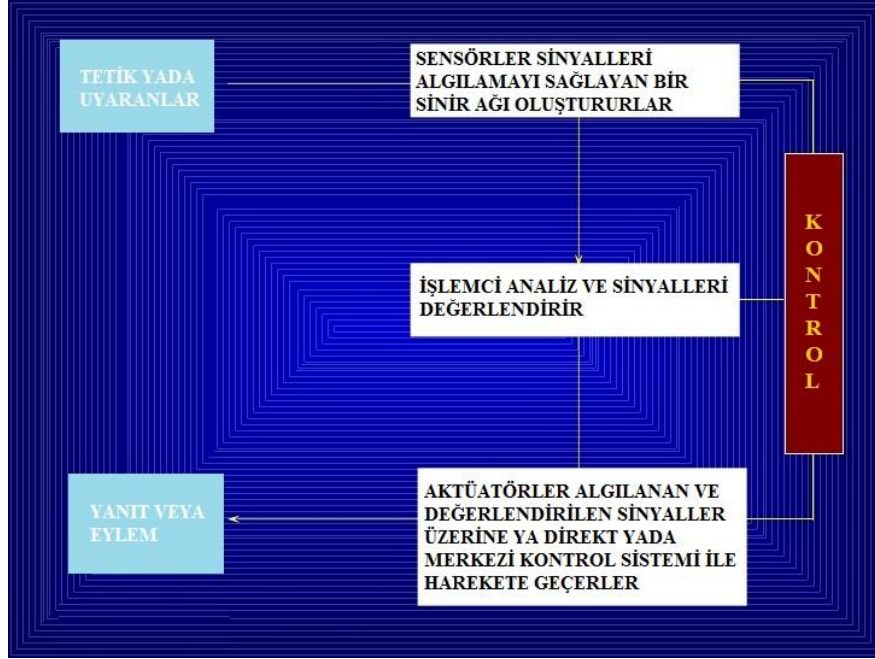
Ultra akıllı tekstiller ise; çevresel etkileri algılayan, tepki veren ve uyum sağlayan akıllı tekstil ürünleri olarak tanımlanmaktadır. Etkileri kavrama, muhakeme etme ve aktif olarak harekete geçen tekstil ürünleri bu grup altında ele alınabilmektedir. Uzay giysi teknolojileri bu gruba verilebilecek en önemli örneklerdir.



Şekil 5. Uzay giysi örneği

Akıllı tekstil ürünleri temelde beş farklı fonksiyonu gerçekleştirebilmektedirler. Bunlar; Hissetme (Algılama), Veri İşleme, Uyarma, Harekete Geçme, Yanıt Verme olarak göze çarpmaktadır.

Akıllı tekstillerin temel çalışma prensibi şekil 6'da verilmektedir. Temel olarak ele alındığında akıllı tekstil yapılarında çevresel uyaranlar sensörler vasıtası ile oluşturulan bir sinir ağı tarafından algılanmaktadır. Ürünün sahip olduğu işlemci sayesinde değerlendirilen sinyaller aktüatör vasıtası ile ya direkt ya da kontrol merkezinin kontrolünde gerekli yanıtın ve tepkinin verilmesini sağlamaktadır.



Şekil 6. Akıllı tekstillerin temel çalışma prensibi

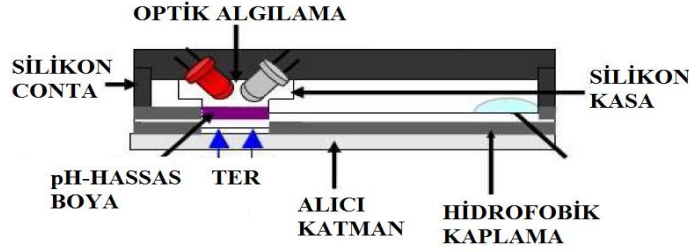
Spor Branşlarında Kullanılan Akıllı Tekstil Ürün Örnekleri

Spor tekstilleri; spor ve serbest zaman giysileri ile spor ekipman ve aletlerini kapsayan bir uygulama alanıdır (Gupta, 2011: 324). Özellikle son yıllarda farklı hava koşulları ve fiziki şartlar altında faaliyet gösteren spor dallarındaki ihtiyaçlara göre tasarlanan spor tekstil ürünlerine talep fazladır. Özellikle büyük kitlelere hitap eden olimpiyat, dünya şampiyonaları gibi spor organizasyonları ile çeşitli spor müsabakalarının sporcu ve spor kurumlarına sağladığı prestij göz önüne alındığında performans artırıcı ürün ve ekipmanların geliştirilmesi önem kazanmaktadır (Kadri, 2016: 536). Bu bağlamda akıllı tekstil ürünlerine spor alanında da talebin her geçen gün arttığı görülmektedir.

Güncel kullanım oranları incelendiğinde akıllı tekstil sınıfında yer alan ürünlere talebin %16'lık kısmını spor alanında kullanılan akıllı tekstil ürünlerinin oluşturduğu görülmektedir. Bu rakam ile askeri ve mimari alanlarda kullanımdan sonra en fazla akıllı tekstil ürününe talebi spor alanında olduğu görülmektedir (<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-textiles-industry>).

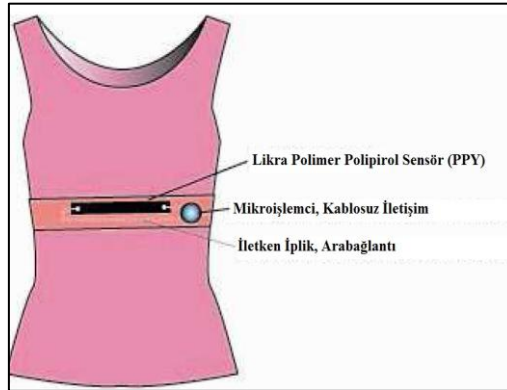
Spor alanında kullanılan akıllı tekstil ürünlerine ilk olarak giyilebilen sensörlerin kullanımı örnek olarak verilebilmektedir. Özellikleri itibari ile çevresel parametreleri algılayan ya da kullanıcı özelliklerini hissedebilme özelliğine sahip olan giyilebilir sensörler birçok farklı spor branşında kullanılmaktadırlar.

Giyilebilir sensörlerin temel çalışma prensibi egzersiz sırasında kinematik analiz yaparak vücudun fizyolojik yanıtlarını izlemek olarak tanımlanabilir (Ermes vd. 2008: 20, Coyle vd., 2009: 307). Bu teknolojinin giyim alanında kullanımı için ilk şart tekstil üretim süreçlerine uyumlu ve tekstil tabanlı olmasıdır. En yaygın kullanım alanı bulan giyilebilir sensörler pH ölçümü özelliğine sahip olan ve kullanıcının terlemesi sonucu parametreleri kaydeden özelliğe sahip olanlardır. Egzersiz sonucu vücutta meydana gelen pH değişimlerini kayıt altına alan giyilebilir sensörler egzersiz performansının ne şekilde değiştiği konusunda sporcuya bilgi vermektedir. Özellikle fiziki şartların sporcu vücudunu zorladığı atletizm ve bisiklet gibi farklı spor dallarında rehidrasyon çok önemlidir. Egzersiz yada müsabaka sonrası ağır su kaybının geri kazanılması olarak tanımlayabileceğimiz rehidrasyon sporcu sağlığı açısından büyük önem taşır ve su kaybının doğru ölçümü hayati önem taşır. Bu noktada son yıllarda vücudun ter ile kaybettiği su miktarının ölçümünde giyilebilir sensörlerin kullanımı yaygın olarak görülmektedir. Sensörler sayesinde sporcu ve antrenörlere gerçek zamanlı olarak bilgi akışı oluşturularak ve gerekli su miktarının belirlenmesi için gerekli önlemlerin alınması sağlanmaktadır. Şekil 7’de vücudun alt sırt kısmına bir kemer ile takılan giyilebilir ter sensörünün örneği verilmektedir.



Şekil 7. Tekstil esaslı giyilebilir ter sensörü

Nefes alma hız ve sıklığı da spor içerisinde önemli bir parametredir. Kas sisteminin çalışması için vücudun uygun şekilde solunum fonksiyonunu gerçekleştirmesi gerekmektedir (Sheel, 2002: 568). Farklı spor branşları için farklı nefes alıp verme hızları söz konusudur. Örneğin yoga yada pilates branşlarında daha yavaş ve kontrollü nefes alımı söz konusudur. Yapılan çalışmalar sonucunda iletken polimer yapıların kullanıldığı giysi türleri ile göğüs kafesinin genişleme oranı ve sıklığının ölçümü mümkün olmakta ve bu sayede sporcunun nefes verilerinin ölçümü gerçekleştirilmektedir (Carpi ve De Rossi, 2005: 297). İletken polimerlerin kullanımı ile üretilen ve nefes ölçüm özelliğine sahip ürün örneği şekil 8’de verilmektedir.



Şekil 8. İletken polimerler esaslı nefes ölçüm özelliğine sahip ürün örneği

Giyilebilir sensörlerin bir diğer örneği ise; basınç ölçme özelliğine sahip olarak geliştirilen sensörlerdir. Bu tip sensör uygulamaları özellikle snowboard sporu ile ilgilenen sporcular tarafından farklı ürünler içerisinde tercih edilmektedirler. Bu spor branşı ile ilgilenen sporcuların board üzerindeki temel hareketleri ve uyguladıkları basınç verilerinin ölçümü için geliştirilen basınç sensörleri ile hem eğitim hem de müsabaka ve verilerinin kayıt altına alınmasına olanak sağlanmaktadır.

Kompozit yapılar ile üretilen ve kayak botları tabanına yerleştirilen sensörler ile %95 oranında basınç değişim analizi yapılabilmektedir.



Şekil 9. Tekstil basınç sensörünün şematik görünümü

Crocs firması tarafından geliştirilen basınç sensörü ürünleri ile 60N/cm² ye varan kuvvetlerin ölçümü söz konusu olmaktadır. 80 kg ağırlığa sahip bir sporcunun bir ayağı ile yaptığı maksimum basıncın 30N/cm² olduğu düşünüldüğünde; bu ölçümün hassasiyeti de ortaya daha ne çıkmaktadır (Hollecek vd. 2010: 734).

Spor ayakkabı teknolojisine verilebilecek bir diğer örnekte; Adidas Firması tarafından geliştirilen F50 MiCoch spor ayakkabı modelidir. Tabanına yerleştirilen hareket ve basınç sensörleri vasıtası ayakkabı her adımı algılayarak, hareketin hızlı ya da yavaş olmasına, zeminin sertlik/yumuşaklığına göre ihtiyaçların değiştiğini algılayarak; mükemmel konfor ve performans için yastıklama özelliğini ayarlamaktadır (www.soccerbible.com).



Şekil 10. Adidas F50 MiCoch Krampon Modeli

Athletec firmasının geliştirdiği Corner teknolojisi vasıtası ile boksörlerin antrenman verilerinin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Üretilen eldivende bulunan üç eksenli ivmeölçer sayesinde sporcuların vuruş kuvvetleri, vuruş kombinasyonları, vuruş hızları ve bloklama süreleri gibi özelliklerinin ölçülmesi mümkün olmaktadır.



Şekil 11. Athletec firmasına ait Corner teknolojisi

Geliştirilen sistem sayesinde boks sporunda antrenman verilerinin depolanması ve sporcuların bireysel antrenman performanslarının geliştirilmesi hedeflenmektedir (www.wearable-technologies.com).

Bodytech firması tarafından geliştirilen Lumo koşu şort ve kapri ürünü de giyilebilir sensörlerin spordaki kullanımına verilebilecek bir diğer örnektir. Bu ürün dokuz eksenli atalet ölçüm ünitesi (ivmeölçer, jiroskop, manyetometre) ve basınç sensöründen oluşmaktadır. Pelvik rotasyon, frenleme, sıçrama, zemin temas süresi, tempo ve adım uzunluğu da dahil olmak üzere 14 farklı çalışma ölçümünü gerçekleştirebilen bu ürün sayesinde kullanıcının verileri kayıt altına alınabilmektedir. Ayrıca çıkarılabilir sensör ile akıllı cihaz ve bluetooth özelliği ile kullanıcıya bilgilerin ulaştırılması söz konusudur (www.wearable-technologies.com).



Şekil 12. Lumo koşu şortu

Reebok firması tarafından geliştirilen Checklight teknolojisi sayesinde; spor müsabakalarında başa alınabilecek darbelerin kontrolü ve sporcu sağlığı için darbe şiddetlerinin ölçümü yapılabilmektedir. Bu ürün buz hokeyi ve amerikan futbolu gibi temasın yoğun yaşandığı spor dallarında sporcular tarafından kask içerisine yerleştirilen bir başlık vasıtası ile maruz kalınan darbelerin şiddetinin ölçülmesine olanak vermektedir. Bu sayede darbe şiddetine uygun olarak darbe sonrası sporculara ilk müdahalenin kısa süre içerisinde gerçekleştirilmesi ve sporcuların sağlıklarının korunması söz konusu olmaktadır (ultimatehockeysource.com).



Şekil 13. Reebok Checklight teknolojisi ürün örneği

Okuyucu bant olarak tanımlanan “readiband” ürünleri de spor branşlarında kullanılan akıllı tekstil ürünlerine verilebilecek örneklerin bir diğeridir. Bu elektronik bantlar sayesinde sporcunun gece uyku miktar ve kalitesi ölçülerek, ertesi günkü oyuncu tepki süresinin tahmini yapılabilmektedir. Antrenörler sporcuların uyku düzenlerini ve yorgunluk seviyelerini izlemek için bu teknolojiye faydalanmaktadır.

Bant sahip olduğu ivmeölçer sayesinde kullanıcının uyanık olup olmadığını, bileğinin hareketlerini ölçerek algılamaktadır. SAFTE (Uyku, Aktivite, Yorgunluk, Görev ve Etkinlik) modülü sayesinde kişinin uyku kalitesini belirten bir etkinlik puanı hesaplamaktadır. Son yıllarda beyzbol, amerikan futbolu, ragby gibi fiziksel aktivitenin ön plana çıktığı spor branşlarında mücadele eden takımlar tarafından kullanılmaktadırlar (<http://www.fatiguescience.com>).



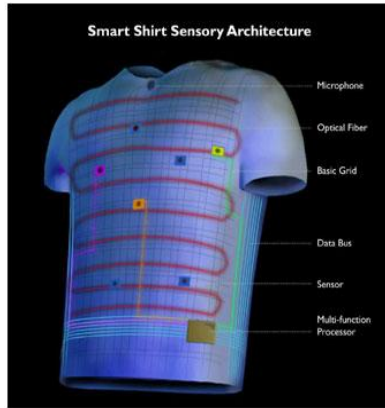
Şekil 14. Readiband teknolojisi

Avustralya'nın CSIRO firması tarafından geliştirilen ve basketbol ile beyzbol sporunda mücadele eden sporcular için tasarlanan interaktif kolluk akıllı tekstil ürünleri içerisindeki yerini almıştır. Kolluğun sahip olduğu algılama özelliği sayesinde vuruş ve şut ritimleri tespit edilerek kas ritim haritasının çıkarılması sağlanabilmektedir (<https://www.csiro.au>).



Şekil 15. İnteraktif sporcu kolluğu

Sensatex firması vücuttaki yasamsal verileri kablosuz olarak uzak mesafelere gönderebilen, Smart Shirt projesini gerçekleştirmiştir. Bu giysi ile solunum hızı, kalp atış hızı, EKG, hareket, pozisyon ve sıcaklık gibi birçok parametre ölçülebilmektedir (www.popgadget.net, Güler, 2007: 2).



Şekil 16. Smart Shirt Uygulaması

Lifeshirt olarak adlandırılan akıllı giysi teknolojileri de günümüzde farklı firmalar tarafından geliştirilmekte ve ticari ürün olarak piyasadaki yerlerini almaktadır. Aegis, Vivonoetics gibi firmaların geliştirdiği bu ürünler sayesinde kullanıcının kan basıncı, kalp ritmi gibi hayati verilerinin sürekli ölçümü yapılmakta ve gerekli depolama alanı oluşturulmaktadır. “Outdoor” dış mekan spor branşlarında yaygın olarak kullanımı söz konusu olan bu ürünler ile sporcu sağlığının korunması sağlanmaktadır (<http://vivonoetics.com>, <http://newatlas.com>).



Şekil 17. Lifeshirt ürün örnekleri

GPSports isimli antrenman yelek teknolojisi de günümüzde yaygın olarak takım sporları için tercih edilen bir akıllı tekstil ürünü olarak göze çarpmaktadır. Takım içerisinde yer alan sporcuların hareket, vücut aktivite ve performans verilerinin ölçümüne olanak veren yelek tasarımı ile antrenman verilerinin ve istasyonların düzenlenmesi yapılabilmektedir (<http://gpsports.com>).



Şekil 18. GPSports antrenman yelek teknolojisi

Ploucquet firması Sympatex firmasına ait membranları kullanarak ürettiği çok fonksiyonlu ceket ile ısıtma, aydınlatma ve haberleşme fonksiyonlarını aynı ürün içerisinde gerçekleştirmiştir. Ceket omuz ve sırt bölgesinde bulunan ısıtma bölgeleri ile vücut ısısını istenilen seviyede tutmaktadır. Özellikle doğa sporları için geliştirilen bu ürün sayesinde sporcular hem farklı hava şartlarına karşı korunmuş hem de aydınlatma ve haberleşme fonksiyonlarına ihtiyaç duyduğu durumlar için yeterli donanımı tek üründe sahip olabilmektedirler (<http://www.techtextil-blog.com>).



Şekil 19. Multifonksiyonel Ceket

Tartışma ve Sonuç

Sağlıklı bir yaşam, aidiyet olgusu ve sporun bireylere teşvikinin arttığı günümüz şartlarında spor ürünlerine talep her geçen gün artmaktadır. Bu durum teknolojik gelişmeler ve sportif tekstil ürünleri açısından üretim hacmini de içine alarak hızla büyüyen yapısı ile dikkat çekmektedir.

Globalleşen Dünya ile büyük kitlelere hitap etme özelliğini her daim koruması beklenen spor endüstrisi içerisinde tekstil ürünlerinin farklı spor branşların da kullanımı ve akıllı tekstil sektörünün spor tekstilleri alanında yaptığı çalışma ve yatırımların temel nedenlerinden biri bu durumdur.

Spor faaliyetleri içerisinde yer alan kurumların pazardaki paylarını ve prestijlerini arttırmak için kullandığı yöntemlerin başında, kullanılan spor ekipmanlarının sağladığı üstün performans özelliklerinden faydalanma durumu öne çıkmaktadır. Bu durum tekstil ve spor bilimlerinin ortak paydada buluşması zorunluluğunu ortaya çıkartmıştır.

Sadece bireysel ya da takım performanslarının değil kullanılan spor ürünlerinin de branşlarda sağladığı avantajlar göz önüne alındığında akıllı tekstil ürün ve uygulamalarının kullanım oranının spor açısından ön plana çıktığı görülmektedir.

Ürün örnekleri ile yapılan akademik çalışmaların incelenmesi sonucunda akıllı tekstil ürünlerinin spor endüstrisi açısından önemli bir alan olduğu sonucu ortaya çıkarılmış ve dinamik yapısı sayesinde devam eden ve gerçekleştirilmesi muhtemel tüm çalışmalar için bir örnek oluşturulması amaçlanmıştır.

KAYNAKÇA

Akçalı K (2016). Teknik Tekstillerin Spor Branşlarında Kullanımının İncelenmesi. *International Journal of Science Culture and Sport*, 4(2), 533-546.

Carpi F, De Rossi D (2005). Electroactive polymer-based devices for e-textiles in biomedicine. *IEEE Transaction on Information Technology in Biomedicine*, 9, 295-318.

Coşkun E (2007). Akıllı tekstiller ve genel özellikleri. Yüksek lisans tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Coyle S, Morris D, King-Tong L, Diamond D, Moyna N (2009). Textile-based wearable sensors for assisting sports performance. *Wearable and Implantable Body Sensor Networks, Sixth International Workshop*, 307-311.

Ermes M, Pärkkä J (2008). Detection of daily activities and sports with wearable sensors in controlled and uncontrolled conditions. *IEEE Transaction on Information Technology in Biomedicine*, 12(1), 20-26.

Gupta D (2011). Functional clothing – Definition and classification. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, 36: 321-326.

Güler M (2007). Giyilebilir algılayıcılar ile yaşamsal verilerin ölçülmesi iletilmesi ve görüntülenmesi. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Holleczeck T, Rüegg A, Harms H, Tröster G (2010). Textile pressure sensors for sports applications. *IEEE Sensors Conference*, 732-737.

<http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/smart-textiles-industry/> (erişim 10 Eylül, 2016).

<https://www.wearable-technologies.com/gadgets-of-the-month/corner-by-athletec> (erişim 01 Nisan, 2016).

<http://www.soccerbible.com/football-news/2011/11/adizero-micoach-presentation-case/> (erişim 04 Nisan, 2016).

<http://ultimatehockeysource.com/2014/03/04/new-checklight-the-sports-activity-impactindicator/> (erişim 20 Mart, 2016).

<http://www.fatiguescience.com/blog/whats-behind-readiband-measure-predict-fatigue> (erişim 05 Eylül, 2016).

<https://www.csiro.au/> (erişim 05 Eylül, 2016).

http://www.popgadget.net/2006/06/life_saving_sma.php (erişim 02 Nisan, 2016).

<http://vivonoetics.com/products/sensors/lifeshirt/> (erişim 10 Eylül, 2016).

<http://newatlas.com/lifeshirt-inflatable-flotation-device/41148/> (erişim 10 Eylül, 2016).

<http://gpsports.com/> (erişim 11 Eylül, 2016).

Kayacan O, Bulgun E Y (2005). Akıllı tekstiller ve elektriği ileten tekstil esaslı malzemeler. *Tekstil ve Mühendis*, 12(58): 29-34.

Sheel A (2002). Respiratory muscle training n healthy individuals: physiological rationale and implications for exercise performance. Sports Medicine, 32, 567-581