

DERLEME MAKALE
(Review Article)**Teknik ve Akıllı Tekstillerin Spor Giysi Tasarımında Kullanımı**
The Use of Technical and Smart Textiles in Sports Clothing Design

DOI: 10.54976/tjfdm.1289329

Zehra Evrim Kanat¹,
Orcid: 0000-0001-8538-3765¹Asst.Prof.Dr. Çanakkale Onsekiz Mart
University, Faculty of Fine Arts,
Çanakkale, Türkiye**Sorumlu Yazar (Corresponding Author):**
Zehra Evrim KANAT
zehraevrim.kanat@comu.edu.tr**Alınış (Received):** 28.04.2023**Kabul Tarihi (Accepted):** 17.05.2023**ÖZ**

Değişen yaşam tarzı ile spor yapan insan sayısı ve spora ayrılan süre her geçen gün artmaktadır. Gelişen teknoloji tüketicilerin giysilerden beklentileri üzerinde etkili olmuştur. Kullanıcılar spor giysilerden estetik özelliklerin yanında fonksiyonel özellikler de beklemektedir. Teknik ve akıllı tekstillerin spor giysilerdeki kullanımının yaygınlaşması ile tüketicilerin bu beklentileri aynı anda karşılanabilmektedir. Yüksek konfor özellikleri ve kolay bakım tüm spor giysilerden temel beklenti haline gelmiştir. Ticari olarak çevresel etkilere tepki veren ya da performans ölçümü yapan spor giysiler pazarda yer almaktadır. Spor giysi pazarındaki rekabet ve pazarın büyüme trendleri göz önüne alındığında tasarımcıların teknik/ akıllı tekstiller ile ilgili gelişmeleri takip etmelerinin oldukça önemli olduğu görülmektedir. Bu çalışmada teknik ve akıllı tekstil ürünleri tanımlanarak sınıflandırılmış, bu tekstil ürünlerinin kullanımı ile fonksiyonel özellik kazandırılmış spor giysiler değerlendirilmiştir. Çalışma pazar trendleri doğrultusunda spor giysi tasarım taleplerini farklı örnek uygulamalar ile incelemektedir.

Anahtar Kelimeler:

Teknik Tekstiller, Akıllı Tekstiller, Spor Giysiler

Keywords:

Technical Textiles, Smart Textiles, Sportswear

ABSTRACT

With the changing lifestyle, the number of people doing sports and the time allocated to sports are increasing day by day. Developing technology has had an impact on consumers' expectations from clothing. Users expect functional features as well as aesthetic features from sportswear. With the widespread use of technical and smart textiles in sportswear, these expectations of consumers can be met at the same time. High levels of comfort and easy care have become the basic expectation from all sportswear. Sportswear that reacts to environmental influences or measures performance commercially is available in the market. Considering the competition in the sportswear market and the growth trends of the market, it is seen that it is very important for designers to follow the developments related to technical / smart textiles. In this study, technical and smart textile products have been defined and classified, and sportswear that has functional properties with the use of these textile products has been evaluated. The study examines sportswear design demands with different sample applications in line with market trends.

Kaynak gösterimi: Kanat, Z.E. (2023). "Teknik ve Akıllı Tekstillerin Spor Giysi Tasarımında Kullanımı", *Turkish Journal of Fashion Design and Management (TJFDM)*, 2023, 5(2): 105-124**How to cite:** Kanat, Z.E. (2023). "The Use of Technical and Smart Textiles in Sports Clothing Design", *Turkish Journal of Fashion Design and Management (TJFDM)*, 2023, 5(2): 105-124

1. Giriş

İnsanoğlunun varoluşundan beri dış etkenlerden korunma ve örtünme gereksinimlerini karşılayan tekstil ürünleri zaman içerisinde estetik amaçlar için kullanılmaya başlamış, moda önemli bir konu haline gelmiştir. Gelişen teknoloji ile farklı malzemelerden lif elde edilebilmesi, modifiye lifler ya da bitim işlemleri ile kumaşlara değişik özellikler kazandırılabilmesi ile giysilerin örtünmek ve moda uygunluk ötesinde beklentileri karşılayabileceğini gösterilmiştir.

Günümüzde kumaşlar su geçirmezlik, nefes alabilirlik, buruşmazlık ya da güç tutuşurluk gibi fonksiyonel beklentilerimizi karşılayabilecek şekilde üretilebilmektedir. Tüm bu gelişmeler ile tekstil ürünlerinin kullanım alanları da genişlemiş teknik tekstiller olarak da tanımlanan ve ürünün fonksiyonel özelliklerinin belirleyici faktör olduğu yeni bir alan tanımlanmıştır.

Tekstil malzemelerindeki gelişmeler teknik tekstillerden sonra akıllı tekstil malzemeleri ile devam etmiştir. Yeni malzemelere ve akıllı tekstil ürünlerine erişimin kolaylaşması, tasarımda kullanımlarının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Farklı özelliklerinden dolayı tasarımcıların ilgisini çeken bu malzemeler çeşitli moda gösterilerinde, kavramsal sanat çalışmalarında ya da giyilebilir sanat objelerinde kullanılmaya başlanmıştır (Meriç ve Üreyen, 2019).

Öncelikle fonksiyonel özellikleri ve performansları için geliştirilen teknik tekstil ürünleri ve akıllı tekstil malzemeleri, tekstil ve moda tasarımcıları tarafından estetik ve dekoratif özelliklerin de tasarım sürecine katılması ile günlük kullanım için uygun ürünlere dönüştürülmüştür.

Günümüzde spor giysilerin estetik beklentiler ile birlikte yüksek performans özelliklerini de karşılaması tüketici tarafından talep edilmektedir. Bu da spor giysi tasarımında teknik ve akıllı tekstillerin kullanımını gerekli kılmaktadır. Literatürde akıllı tekstillerin giysi tasarımlarında estetik ve sanatsal kullanımları ile çalışmalar bulunmaktadır. Ancak önemli bir büyüme potansiyeli bulunan spor giysi pazarında kullanıcı taleplerinin teknik/akıllı tekstillerin kullanımlarına etkisinin pazardaki ürünler ile birlikte değerlendirildiği çalışmalar yeterli değildir.

Bu çalışmada öncelikle teknik tekstiller ve akıllı tekstilleri tanımları ve sınıflandırmaları yapılmış, bu tekstil gruplarının tasarım konseptleri incelenmiştir. Spor giysilerde ürün çeşitliliği göz önünde bulundurulduğunda özelleşmiş ürün tasarımı öne çıkmaktadır. Çalışmada, kullanım amacına göre şekillenen farklı beklentiler için teknik/akıllı tekstil ürünlerin tasarımlarda kullanımlarına örnekler verilmiştir.

2. Teknik ve Akıllı Tekstillerin Tanımı ve Sınıflandırılması

The Textile Institute tarafından “Estetik ve dekoratif özelliklerinden ziyade esasen sahip oldukları teknik ve performans özellikleri için imal edilen tekstil materyalleri ve ürünleri” olarak tanımlanan teknik tekstiller uygulama alanına göre Tablo 1’deki şekilde sınıflandırılmaktadır (Mecit vd., 2007).

Tablo1. Teknik tekstillerin uygulama alanına göre sınıflandırılması
Table 1. Classification of technical textiles according to application area

Teknik Tekstil	Uygulama Alanı
Medtech	Tıp ve Hijyen Tekstilleri
Mobiltech	Taşıt Tekstilleri
Protech	Koruyucu Tekstiller
Buildtech	İnşaat Tekstilleri
Indutech	Endüstriyel Tekstiller
Geotech	Jeotekstille
Agrotech	Tarım Tekstilleri
Sportech	Spor Ve Serbest Zaman Tekstilleri
Homotech	Ev Teknik Tekstilleri
Clothtech	Giyim Teknik Tekstilleri
Packtech	Ambalaj Tekstilleri
Oekotech	Ekotekstiller

Spor ve serbest zaman tekstilleri (Sportech) sınıfı spor giysilerin yanında paraşüt bezi, tenis raketi gibi spor ekipmanlarında kullanılan tekstil ürünlerini de kapsamaktadır (Gupta, 2011). Spor ayakkabılarda kullanılan teknik tekstiller ise bazı kaynaklarda giyim teknik tekstilleri başlığı altında değerlendirilebilmektedir (Byrne, 2000).

Akıllı malzemeler “Mekanik, termal, kimyasal, elektriksel, manyetik veya başka bir kaynaktan gelen çevresel etken ya da uyarınları algılayan ve reaksiyon gösteren malzeme ya da yapıdır.” olarak tanımlanmıştır (Tao, 2001). Buna göre akıllı tekstillerin, herhangi bir etkiyi veya etki değişikliğini algılama ve buna tepki verme özelliğine sahip tekstil ürünleri olduğundan bahsedilebilir (Erdem İşmal ve Yüksel, 2016). Akıllı tekstiller pasif (çevreden gelen etkileri algılayabilen), aktif (çevreden gelen etkiye algılayarak buna tepki gösterebilen) ve çok akıllı (çevreden gelen etkiye tepki gösterirken, yeni şartlara da adapte olabilen) tekstiller olarak sınıflandırılmaktadır (Tao, 2001).

Akıllı tekstilleri farklı şekillerde sınıflandırmak da mümkündür. Örneğin kullanım alanlarına göre askeri amaçlı kullanılan, uzay çalışmalarında kullanılan, iş giysilerinde kullanılan, sağlık alanında kullanılan, iç mekan tasarımı/ ev tekstili alanında kullanılan, spor/açık hava ve serbest zaman aktivitelerinde kullanılan, yaratıcı ve artistik uygulama alanlarında kullanılan akıllı tekstiller (Meriç, 2016: 30- 50) olarak ayrılabilir. Üretim tekniklerine göre faz değiştiren materyallerden (FDM), şekil hafızalı materyallerden (ŞHM), kromik materyallerden ve elektronik/ iletken liflerden elde edilen akıllı tekstiller ve diğer akıllı kumaşlar, kategorilerine ayrılmaktadır. (Erdem İşmal ve Yüksel, 2016) Ayrıca akıllı tekstilleri uyaran mekanizmayı göz önünde bulundurarak elektriksel, manyetik, optik, termal ve mekanik olarak sınıflandırmak da mümkündür. (Meriç ve Üreyen, 2019). Faz değiştiren, şekil hafızalı, kromik ve iletken materyaller ticari olarak ulaşılabilen akıllı tekstil örnekleridir (Mattila, 2006).

Tekstil ürünleri ve biyosensörlerin birleşmesi ile ortaya çıkan yeni nesil giyilebilir cihazlar "Elektronik tekstiller" veya kısaca "e-tekstil" olarak da adlandırılmaktadır. Bu tekstil teknolojilerine aynı zamanda "giyilebilir elektronikler" ve "tektronikler" denilmekte ve "akıllı tekstiller içinde değerlendirilmektedir (Angelucci vd., 2021).

3. Teknik ve Akıllı Tekstillerin Spor Giyim Pazarındaki Yeri

Her geçen gün daha fazla insan spor faaliyetlerine eskisinden daha fazla zaman ayırmakta, bu da spor giysi pazarında önemli bir büyümeye yol açmaktadır. Pazarı etkileyen parametrelerden biri de yükselen standartlar ile tüketicilerin spor giysilerden taleplerinin farklılaşmasıdır. Spor giysilerin performans özelliklerinin yanında konfor ve tasarım beklentilerinin karşılanması için yeni teknolojilerin (teknik ve akıllı tekstillerin) kullanımı yaygınlaşmaktadır. Tüketiciler de bu yeni ve fonksiyonel ürünleri satın almaya yönelmektedir.

2022 yılında Technavionun yayınladığı rapora göre Sportech pazarının 2026'ya kadar %13,04'lük bir bileşik yıllık büyüme oranı ile 34,71 milyar ABD dolara ulaşması beklenmektedir. Spor giyime olan yüksek talep, yüksek metabolik hızlarda ısı ve nemin dağılımını iyileştiren, yüksek fiyatlı, markalı özel liflere olan talebi doğurmuştur. Bu faktörlerin tahmin dönemi boyunca piyasayı yönlendirmesi beklenmektedir (Technavio Reports, prnewswire.com/).

Aynı raporda yenilikçi ürünlerin artışının Sportech tekstil pazarının büyümesine katkıda bulunan ana trendlerden biri olduğu değerlendirilmiştir. Sportech ürünlerinde dökümlülük, ısı yalıtımı, sıvı bariyeri, antistatik, esneme ve fizyolojik rahatlık arasında bir denge istenmektedir. Bu nedenle, rüzgar geçirmezlik, su iticilik, UV koruması, anti-bakteriyellik ve koku önleyicilik gibi niteliklere sahip yenilikçi Sportech ürünleri pazarda yer bulmaktadır. Bu yeni ürünlerin ve teknolojik gelişmelerin spor ve açık hava giysilerinde kullanımının pazarın büyümesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir (Technavio Reports, prnewswire.com/).

European Commission tarafından 2017’de yayınlanan bir raporda da akıllı tekstillerin spor giyimde uygulanması konusuna odaklanılmıştır. İlgili raporda spor ve fitness endüstrisinin, akıllı tekstillerin (askeri ve savunma endüstrisinden sonra) en büyük ikinci pazar segmentini oluşturduğu vurgulanmakta ve pazarda önemli bir büyüme beklentisinden bahsedilmektedir. Bu alan büyük spor markalarının ilgisini çekmektedir (Dervojeğa vd., 2017).

Raporda akıllı spor giysilerin, sporcuların kondisyonları ve performansları hakkında daha ayrıntılı veri toplaması ve bu verilerin performans geliştirme için kullanılması potansiyelinden bahsedilmektedir. Örneğin, dolaşım ve kas iyileşmesine yardımcı olmak üzere tasarlanmış kompresyon giysileri dahil olmak üzere teknolojiyle geliştirilmiş spor giysilerinde kullanılan sensörlerle kullanıcıdan birçok veri (Kalp atış hızı elektrokardiyogram (EKG), elektromiyografi (EMG), vücut ısısı gibi) alınabilmekte bu veriler ile aşırı egzersizin tehlikelerine karşı koruyabilmektedir. Hareket algılama, optimum vücut sıcaklığını koruma yanında akıllı giyim ürünleri, önlenebilir yaralanmaların çoğunu azaltma veya ortadan kaldırma potansiyeline sahip olabilmektedir. Özetlemek gerekirse, spor için akıllı tekstil ürünlerinin kişisel antrenör olması ile ilgili çalışmalar sürdürülmektedir (Dervojeğa vd., 2017).

Lam Po Tang (2015), gerçek zamanlı biyolojik geri bildirim hareketi iyileştirme ve insan hatasını azaltma konusunda girdi sağlamak için kullanılabileceğini belirtmektedir. Sistemlerin önceki egzersizlerden veri toplayarak daha güvenli hareket modelleri önerebileceği veya yerleşik gerçek zamanlı uyarılarla akıllı giysilerin yaralanmaları azaltmaya bile yardımcı olabileceği vurgulanmaktadır.

Spor giysilerden kullanıcı beklentilerinin artması, gelişen teknoloji ile teknik ve akıllı tekstillerde maliyetlerin düşmesi ile birlikte bu ürünlerin uygulama alanlarının genişlemesine yol açmıştır. Spor giysi pazarında teknik ve akıllı tekstillerin büyümekte olan bir pazar olduğu açıktır. Dolayısıyla yüksek katma değerli spor giysilerde teknik ve akıllı tekstillerin kullanımı yaygınlaşacaktır. Spor giysi tasarımlarında bu ürünlerin kullanım olanaklarının değerlendirilmesi önemlidir.

4. Teknik/Akıllı Tekstillerin Spor Giysi Tasarımında Kullanımı

Teknik/Akıllı tekstiller kullanılarak yapılan spor giysi tasarımında tüketici beklentileri ve ilgili spor gereksinimleri göz önünde bulundurularak uygun malzeme ve teknoloji seçimi yapılmalıdır. Ayrıca yüksek katma değerli bu ürünler tasarlanırken estetik ve moda olgusu da dikkate alınmalıdır.

Spor giyim gereksinimleri, fonksiyonel ve estetik gereksinimler olarak kategorize edilebilir ve her ikisi de giysinin performansını ve tüketici tercihlerini belirlemede çok önemli bir rol oynar. Spor giysilerin fonksiyonel özellikleri, hafiflik, düşük sıvı direnci, yüksek mukavemet, esneklik, ısı koruma, UV koruması, koku önleme, hızlı kuruma,

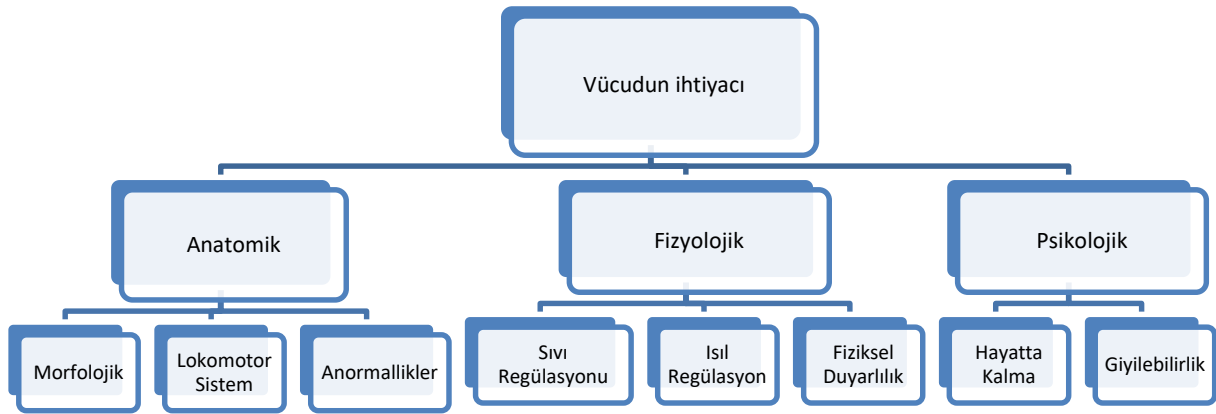
buhar geçirgenliği ve ter emilimi ile ilgilidir. Estetik gereksinimler ise spor giyimini yumuşaklığını, yzzey dokusunu, tutuşunu, parlaklığını ve rengini konu alır (Jhanji, 2021).

Spor giysiler, hem yeni geliştirilen, modifiye edilen özel elyaflar ve iplikler kullanılarak, hem de özel bitim işlemleri ile su geçirmez, nefes alabilir, antimikrobiyal, antistatik, koku önleyici özellikler ile tasarlanabilmektedir. Bunun yanında faz değiştiren malzemeler ve şekil hafızalı polimerler gibi akıllı malzemeler, giyilebilir sensörler, akıllı kaplamalar gibi akıllı teknolojiler tasarıma dahil edilebilir (Jhanji, 2021).

Spor giysilere antrenman veya yarışmalar sırasındaki fizyolojik parametrelerin ve atletik performansların izlenmesi için giysilere giyilebilir sensörler entegre edilebilir (Angelucci vd., 2021). Ayrıca kalp atış hızı, elektromiyografi, solunum hızı, adımlar, küresel konumlama sistemi, enerji harcaması, duruş, vücut ısı ve aktivite takip edilebilir. Çoraplardan eldivenlere, pantolonlardan gömleklere ve sütyenlere kadar pek çok akıllı spor giysi ile toplanan bu veriler antrenman etkinliğini ve sporcunun güvenliği arttırmak için kullanılabilir (Scataglini vd., 2020).

Rantanen ve Hännikäinen' in akıllı giysi için önermiş olduğu kavramsal model önemlidir. Bu modele göre giysinin içi katmanı kullanıcı ile tekstil yapısı arasındaki arayüzdür. Bu katman, yalıtım amaçlı bir dış katman ile birleştirilebilir (Scataglini vd., 2020).

Bryson (2009) ise akıllı giysi tasarımında, tasarım ile anatomik özellikler, fizyoloji ve psikoloji arasındaki ilişkiyi ele alarak insan merkezli tasarımın rolünü vurgulamıştır (şekil 1.).



şekil 1. Vücut ihtiyaçlarına göre akıllı tekstil tasarım şeması, Bryson (2009)

Figure 1. Smart textile design scheme according to body needs

McCann (2009), akıllı giysiler için giysi tasarım sürecini kullanıcı ihtiyaçlarının ticari gerçeklere uygun olarak belirlenmesi ile başlatmaktadır. Bundan sonraki adım, tekstil ürünü seçimi ile birlikte giysinin 2 boyutlu olarak geliştirilmesidir. Sonraki adımda giysi, ölçüm/vücut ölçülendirme ile 3 boyutlu olarak geliştirilir. Fonksiyonel spor giysilerde, dikişsiz, wholegarment ve ör & giy gibi yenilikçi birleştirme teknolojileri kullanması tercih edilebilmektedir.

Elektronik tekstillerin üretiminde, malzeme seçimi hem üretim tekniğini hem de sensörlerin çalışması, yıkanabilirliği, esnekliği, yumuşaklığı, vücuda yapışması gibi giysinin ana özelliklerini etkiler. Kumaşlar farklı teknikler uygulanarak iletken hale getirilebilir (Angelucci vd., 2021).

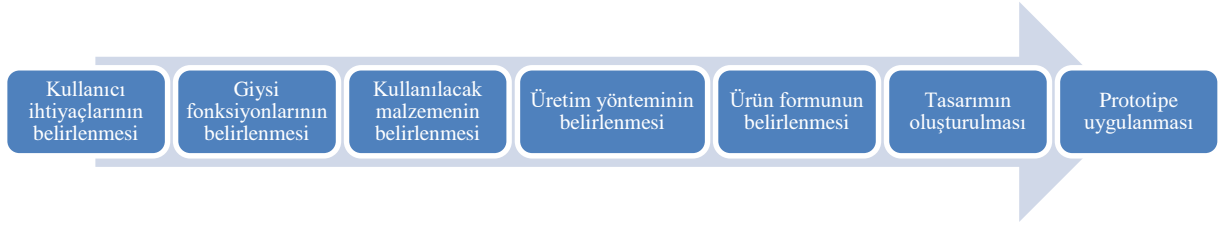


Şekil 2. İletkenin kumaşa entegrasyon yöntemleri (sırasıyla dokuma, örme, nakış, kaplama, baskı)
Figure 2. Methods of integration of the conductor into the fabric (respectively weaving, knitting, embroidery, coating, printing)

Bu teknikler değerlendirildiğinde her bir yöntemin avantaj ve dezavantajlarının olduğu görülmektedir. Örme duyuşsal konfor, düşük ağırlık, yüksek esneklik sağlarken dokuma ile uzun ömürlü yıkama sonrası çekmeyen ve rengini kaybetmeyen yüzeyler elde etmek mümkündür. Nakış (dikiş) ise temel malzemeyi her yöne döşeme imkanı vermektedir (geliştirilmiş cilt- elektrot teması). Ancak bu üç yöntemin de karmaşık üretim süreçleri, kumaş seçiminde sınırlamalar ve tekstil ürününün doğal yapısına zarar vermek gibi dezavantajları bulunmaktadır.

Kaplama yöntemlerinin iyi iletkenlik, yoğunluk, esneklik ve tutum gibi lif özelliklerinde değişiklik olmaması ve korozyona karşı dayanım avantajları vardır. Bununla birlikte üretim maliyeti yüksektir ve yüksek miktarda üretim yapmak zordur. Baskı yöntemleri ile üretim maliyetinde azalma ve daha yüksek miktarlarda üretim olanağı söz konusudur. Bu yöntemde de baskılı desenlerin dayanıklılığı ve uygun performansa yalnızca pürüzsüz ve düz yüzeyler ile ulaşma problemleri mevcuttur (Angelucci vd., 2021).

Etkileşimli teknolojilere sahip akıllı spor tekstil tasarımında kullanılan malzemelere dikkat edilmelidir. Bazı spor aktiviteleri belirli iklim koşullarında ve bazen doğrudan su ile temas halinde yapıldığından, giysinin kullanıcının ısı konforuna katkıda bulunması önemlidir. Bazı tasarımlarda izlenmek istenen veri için özel cepler veya yuvalar eklenebilir (Di Rienzo, 2010). Aynı zamanda uygun hareket özgürlüğü sağlamak için tasarım optimize edilmelidir. Bu parametreler gözönünde bulundurularak hazırlanan spor giysi tasarım süreci Şekil 3.'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Spor giysi tasarım süreci algoritması
Figure 3. Sportswear design process algorithm

Teknik ve akıllı tekstil ürünlerin kullanıldığı spor giysilerde çeşitli mühendislik alanları ve tasarım gibi farklı dalların iş birliğinden söz etmek gerekecektir (Erdem İşmal ve Yüksel, 2016). Ayrıca yüksek fiyat aralığında ürünlerden bahsedildiğinden ürün tümüyle yüksek kaliteyi yansıtmalı, bakımı ve kullanımı kolay olmalı, aynı zamanda hedef kitlenin beklentilerini karşılayacak tasarımlar sunulmalıdır (Steffen vd., 2009).

5. Tasarım Örnekleri

Birçok alanda kullanılan teknik/akıllı tekstiller fonksiyonel özellikleri yanında ürüne estetik ve görsel etkiler katabilmektedir. Kumaşlara/giysilere ileri teknoloji kullanımı ile kazandırılan bu özellikler modayı etkilemekte ve bu farklı uygulamalar ile katma değeri yüksek ürün tasarımları önem kazanmaktadır (Erdem İşmal ve Yüksel, 2016, Önlü ve Halaçeli, 2007). Teknik/akıllı tekstil ürünü tasarımında teknolojinin sağladığı fonksiyonellik, dayanıklılık gibi özelliklerle birlikte konfor ve moda kavramlarının da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Teknik ve akıllı tekstiller spor giyimde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu bölümde farklı özellikler kazandırılan örnekler tartışılmaktadır. Spor giysi pazarında tüketici taleplerini karşılamaya yönelik her spor dalı için özel olarak tasarlanmış giysiler bulunmaktadır. Spor giysilerden beklenen farklı özellikler Tablo 2’de gösterilmektedir (Özdil ve Anand, 2014). Geliştirilen hammadde ve bitim işlemleri ile son ürüne istenen özelliklerin kazandırılması mümkün olmaktadır.

Tablo 2. Spor giysilerden beklenen özellikler (Özdil ve Anand, 2014)

Table 2. Features expected from sportswear

Spor Giysi	Beklenen Performans Özelliği
Tenis, voleybol, golf, futbol formaları, ragbi, beyzbol üniforması, eşofman vb.	Teri emme ve transfer etme, hızlı kuruma, soğutma
Kayak kıyafeti, rüzgarlık, yağmurluk	Su buharı geçirgenliği, su geçirmezlik
Kayak kıyafetleri, rüzgarlıklar, eşofmanlar	Güneş ışığını emme ve ısı koruma
Yüzme ve paten giysisi, kayak takımları, bisiklet giysisi	Düşük su ve hava direnci
Mayo, tek parça streç giysi, paten kostümü	Esneyebilirlik, opaklık

Kayak kıyafeti, snowboard kıyafeti, futbol ve beyzbol giysisi	Yüksek mukavemet, su buharı geçirgenliği, ısı transferi, hızlı kuruma ve vücut çekirdek sıcaklığını korumak
---	---

Spor giysilerin, nem yönetimi ile kullanıcının konforlu kalmasına yardımcı olması beklenmektedir. Ancak özellikle dış mekan sporlarında ısı denge sağlamak daha zor olabilmektedir. Bu durumda giysinin hava koşullarına karşı koruma ile birlikte cilt sıcaklığının konforlu aralıkta kalması için yeterli ısı transferini sağlaması ve nem yönetimini gerçekleştirmesi önemlidir (Özgül ve Anand, 2014).

5.1. Teknik Tekstil Uygulama Örnekleri

Açık hava sporlarında tüketici beklentisi giysinin dış ortam koşullarından kendisini korurken aynı zamanda vücuttaki teri uzaklaştırarak konforlu hali devam ettirmesidir. Bu sebeple su ve rüzgar geçirmez, bunun yanında nefes alabilir yüzeyler teknik spor tekstiller (Sportech) alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla pazarda mikrogözenekli membran ve kaplamalar bulunmaktadır ve bu mikro gözenekler yağmur damlalarını geçirmeyecek ancak terin buharlaşarak vücuttan uzaklaşmasına izin verecek boyuttur. Gore-Tex, Porelle Dry, Dorminaz NX bu ürünlere örnek gösterilebilir.

Farklı aktif /açık hava sporları için değişik özellikler kazandırılmış ürünleri birçok marka tarafından giysi ve ayakkabı tasarımında kullanılmaktadır. Pazarda tırmanış, bisiklet, golf, koşu, avcılık, doğa yürüyüşü ve kayak gibi alanlara özel olarak tasarlanmış giysi, ayakkabı ve aksesuarlar bulunmaktadır (Şekil 4.) (gore-tex.com).



Şekil 4. Spor giysilerde Gore-tex örnekleri
Figure 4. Examples of Gore-tex in sportswear

Aşağıdaki şekilde HOKA markasının 2023 sonbahar koleksiyonundan örnekler gösterilmektedir. Her iki ayakkabı da Gore-Tex yapısına sahiptir (Şekil 5.) (trendhunter.com/trends/autumnal-outdoor-ready-footwear).



Şekil 5. HOKA 2023 Sonbahar Koleksiyonu
Figure 5. HOKA 2023 Autumn Collection

Nano partiküllerle akıllı kaplama, tekstilin nefes alabilirliğini ve dokunsal özelliklerini korurken, anti-bakteriyel, su tutmazlık, UV koruması ve kendi kendini temizleme gibi özelliklerle tekstilleri geliştirebilir.

Spor giysi pazarındaki Columbia™ farklı bitim işlemleri, membran uygulamaları ve kumaş yapıları ile giysilere değişik spor dalları için talep edilen özellikleri kazandırmaktadır.

Aşağıda bazı spor dalları için örnekler gösterilmektedir (Şekil 6.). Görseldeki ceket avcılık için tasarlanmış olup su ve kir itici özellik kazandırılmıştır. Uzun kollu golf tişörtü ise nemi hızlıca uzaklaştırmakta ve hızlı kurumakta bunun yanında kullanılan özel kumaş konstrüksiyonu ürüne güneş koruması (UPF -Ultraviyole koruma faktörü- 30) sağlamaktadır (columbia.com).



Şekil 6. a. Avcı ceket **b.** Golf tişörtü uygulamaları
Figure 6. a. Hunter jacket b. Golf shirt applications

Aynı markanın kayak ve kar sporları için tasarlanmış bu 3'ü 1 arada ceketin dış yüzeyi rüzgar ve su geçirmez nefes alabilir özellikte iken, iç katmanında termal yansıtıcılar ile vücut ısısı korunmaktadır. Aynı zamanda ısı izolasyonu arttırmak için özel tasarlanmış dolgu malzemeleri de kullanılabilir (Şekil 7.) (columbia.com).



Şekil 7. Columbia™ Kayak Giysisi Örnekleri
Figure 7. Columbia™ Ski Wear Samples

Kayak pantolonları için beklenen su geçirmez, nefes alabilir ve esnek ürünlerin tasarımı için schoeller®-dynamic kullanılabilir (schoeller-textiles.com/en/textiles/sport). Aşağıda örnekler gösterilmektedir (Şekil 8.) (a. rei.com, b. mdc-sport.com, c. aviarcollection.com).



Şekil 8. Schoeller®-dynamic kullanılan kayak giysisi örnekleri
Figure 8. Examples of ski wear using schoeller®-dynamic

Ayrıca Shoeller firması geliştirdiği energear ürünü ile vücudun yaydığı uzak kızılmsı ötesi ışınların geri kazanılabildiği ifade edilmektedir. Geri kazanılan bu enerjinin performans kapasitesi, denge ve konsantrasyonun yanı sıra sağlık ve yenilenmeyi olumlu yönde etkileyebileceği ifade edilmektedir (schoeller-textiles.com/en/technologies/energear).

Bunlar dışında sportech pazarında yalıtım özelliği geliştirilmiş lifler (Örneğin Thermolite®) nem iletim özelliği geliştirilmiş lifler (Örneğin; Coolmax®) (dupont.com) sıvı emmeyen, nefes alabilir, esnek lifler (Supplex®) (invista.com) kullanılmaktadır. Toray firması tarafından geliştirilen farklı kumaş yapıları ile su itici ve nefes alabilen kumaşlar (sportstextiles.toray/en/) piyasada bulunmaktadır.

İsviçre menşeyli HEIQ firması çabuk kuruma, su geçirmezlik, koku gidericilik ve esneklik özelliklerine sahip farklı ürünleri sporculara farklı alternatifler sunmaktadır (heiq.com). Bu ürünlerin kullanılması ile farklı çevresel koşullarda ve aktivite düzeylerinde kullanıcının konforlu durumda bulunması amaçlanmaktadır.

5.2. Akıllı Tekstil Uygulamaları

Spor giyimdeki akıllı malzemeler arasında lifler, iplikler, kumaşlar, kaplamalar, apreler ve membranlar bulunur. Faz değıştiren malzemeler, neme duyarlı şekil hafızalı polimer ve iletken kaplamalar gibi akıllı kaplamalar, dış uyaranları algılayabilen ve bunlara tepki verebilen malzemelerdir ve son zamanlarda spor giyim üretiminde kullanılmaktadır (Scataglini vd., 2020).

Faz değıştirici mikrokapsüllerin kullanıldığı ürünlerde yüksek sıcaklıklarda ve/veya metabolik ısı üretimi nedeniyle oluşan fazla ısı, faz değıştirici tarafından depolanır ve sıcaklık düştüğünde bu ısı kullanıcıya iletilerek kişinin ısı olarak dengede kalması sağlanır.

Faz değiştiren materyaller (PCM) “Outlast® termo teknoloji” olarak pazarda kaplama ve padler olarak değişik ürünlerde kullanılmaktadır. Açık hava ceketleri, kayak eldivenleri, motosiklet giysileri ve spor ayakkabılar gibi birçok uygulama alanı bulunmaktadır. Ayrıca Outlast® termo-teknoloji ceket ve uyku tulumlarında elyaf dolgu malzemesi olarak da bulunmaktadır (textileblog.com/application-of-phase-change-materials-in-smart-textile/).

Aşağıda Outlast® teknolojisi kullanılan farklı örneklere yer verilmiştir (şekil 9., 10., 11.) (outlast.com, dowe-sportswear.com).



şekil 9. a. Adidas Outlast® termo teknoloji ayakkabı, b. Kaleci Eldiveni, c. Bugatti kapitone ceket
Figure 9. a. Adidas Outlast® thermo technology shoes, b. Goalkeeper Gloves, c. Bugatti quilted jacket



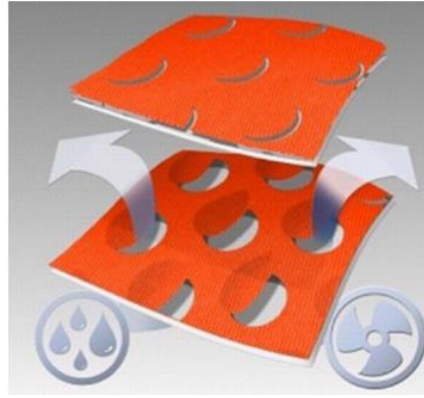
şekil 10. a. Wigwam® lastik çizme çorapları, b. Golf ayakkabısı
Figure 10. a. Wigwam® rubber boot socks, b. Golf shoes



şekil 11. Outlast Pad kullanılan bisikletçi giysisi
Figure 11. Cycling suit with Outlast Pad

Şekil hafızalı polimerlerin etkili termal ve nem yönetimi özellikleri elde etme potansiyeli ilk olarak İsveçli denizciler için tasarlanan denizci kıyafetlerinde keşfedilmiştir. Membran teknolojisine dayalı giyside, su geçirmez, rüzgar geçirmez ve nefes alabilen Diaplex membran kullanmıştır (Jhanji, 2021). Bu membran soğuk havada ısı ve nem geçişine izin vermeyerek ıslığı giysi içinde hapsederken, sıcaklık yükseldiğinde molekül yapısı değişerek ısı ve su buharı geçişine izin vermekte böylece konforlu kullanım sağlamaktadır (mcf.co.jp/wp-content/uploads/2021/07/diaplex_en-1.pdf).

Şekil hafızalı materyallere bir başka örnek Nike Sphere React tişörtüdür. Bu üründe vücut sıcaklığı artınca açılan boşluklar ile terin hızla buharlaşması olanaklı hale gelir (Şekil 12.) (Gök ve ark., 2015).



Şekil 12. Nike Sphere React boşluklu kumaş yapısı
Figure 12. Nike Sphere React hollow fabric structure

Renk değiştiren akıllı tekstil ürünleri pazarda farklı amaçlarla kullanılabilir. Kromik tekstiller olarak da adlandırılan bu ürünler dışarıdan gelen farklı uyarılara cevap olarak renk değiştirmektedirler. Örneğin sıcaklıkla renk değiştiren materyaller termokromik, ışık ile renk değiştiren materyaller fotokromik olarak isimlendirilmektedir. “Akıllı tekstillerin önemli bir alanı olan renk değiştiren kromik materyaller sayesinde hem teknolojik hem de estetik ve görsel özellikleri zenginleştirilmiş tekstil ürünleri elde etmek mümkündür” (Erdem Işmal ve Yüksel, 2016).

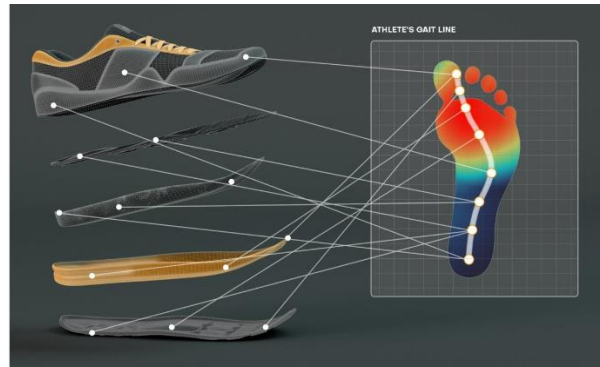
Kerri Wallace kalp atış hızı ile vücut ısısı arasındaki bir ilişkiyi kullanarak “Harekete Duyarlı Spor Giyim” araştırma projesi gerçekleştirmiştir. Spor kıyafetlere aktivite yoğunluğunda, dolayısıyla vücut ısısındaki değişikliklerle renk değiştiren özel termo-kromik baskı yapılmıştır (Şekil 13.). Bu projede tasarımcı termo-kromik boyaları kullanarak spor giysisinin fonksiyonel özelliklerini değil estetik özelliklerini geliştirmeyi amaçlamıştır (trendhunter.com/trends/motion-responsive-sportswear-responsive-textiles-with-motion-sensitive-disp).



Şekil 13. Harekete Duyarlı Spor Giyim
Figure 13. Motion Sensitive Sportswear

Bunların dışında spor giysi pazarında önceki bölümlerde bahsedilen giyilebilir elektronikler akıllı tekstil ürünleri açısından da oldukça ilgi çekicidir. Aşağıda bazı örnekleri verilen ürünlerde sensörler vasıtası ile vücuttan çeşitli verilerin toplanması, bu verilerin yapay zeka kullanımı ile değerlendirilmesi ve mobil telefonlara da indirilebilen çeşitli uygulamalarla bu değerlendirmeleri performans, yaralanma riski hesaplanması ve kullanıcının aktivitesi ile ilgili yönlendirilme sağlamanın (mobil antrenör) gerçekleştirildiği ürünler bulunmaktadır.

Arion'un tasarladığı tabanlık ile koşu analiz edilmekte ve yapay zeka kullanımı ile kullanıcı yönlendirilmektedir. Bu tabanlık tüm spor ayakkabılarda kullanılabilir (Şekil 14.) (arion.run/studio/).



Şekil 14. Spor ayakkabılar için tasarlanmış akıllı tabanlık
Figure 14. Smart insoles designed for sneakers

Hexoskin ile kalp atış hızı, stres izleme, solunum hızı, oksijen tüketimi, hareket, adım sayısı, tempo, adım, aktivite düzeyi, yakılan kaloriler ve uyku kalitesi gibi birçok sağlık verisinin aktivite ve uyku sırasında sürekli izlenebilmesi mümkündür (Şekil 15) (hexoskin.com/). Antibakteriyel, UV korumalı, çabuk kuruyan ve yıkanabilir (%73 mikro poliamid, %27 elastan) örme kumaştan üretilmiştir. Ürünün çeşitli sağlık uygulamalarıyla da uyumlu bir mobil uygulaması bulunmaktadır (Angelucci ve ark., 2021).



Şekil 15. Hexoskin yıkanabilir sağlık sensörleri
Figure 15. Hexoskin washable health sensors

Sensoria firmasının profesyonel ve amatör koşuculara hitap eden ürünleri antimikrobiyal, makinede yıkanabilir, rahat ve nefes alabilen akıllı çoraplar, sütyen ve tişörtlerdir (sensoriafitness.com/) (Şekil 16.). Çoraplar, çıkarılabilir ve şarj edilebilir entegre bir tekstil basınç sensörüne sahiptir. Bu sayede egzersiz yaparken kullanıcının adımları, yürüme süresi, mesafe, hız, harcanan kalori gibi veriler izlenebilir. Sütyen ve tişört, doğru ve tutarlı bir kalp atış hızı izleme sağlar. Ayrıca bu ürünler, profesyonel koşuculara koşu mekaniği, doğru veya yanlış koşu pozisyonları hakkında tavsiyelerde bulunarak koşu stillerini geliştirebilirler (Angelucci ve ark., 2021).



Şekil 16. Sensoria akıllı tekstil ürünleri
Figure 16. Sensoria smart textiles

Textronics Company'nin gümüş kaplı naylon ile pamuk kaplı Lycra® kullanarak ürettiği dikişsiz spor sütyeni Numetrex (Şekil 17 a.) basıncı ile kalp atış hızını doğrudan algılayan entegre örgü sensörler içerir (Honarvar ve Latifi, 2017) VITALI Akıllı Sütyen kullanıcının nefesini, duruşunu ve kalp atış hızı değişkenliğini (HRV) izleyen kumaş tabanlı sensörlere sahiptir (Şekil 17b.) (fashnerd.com/2017/04/vitali-smart-bra/).



Şekil 17. Akıllı Sütyen örnekleri
Figure 17. Smart Bra examples

Learn Inspire Free Entertain (L.I.F.E.) Italia Srl tarafından üretilen, spor ve tıp olmak üzere iki versiyonu geliştirilen akıllı gömleğin spor versiyonunun teknik tasarımı performans izlemek için uygun şekillendirilmiştir (Angelucci vd., 2021).

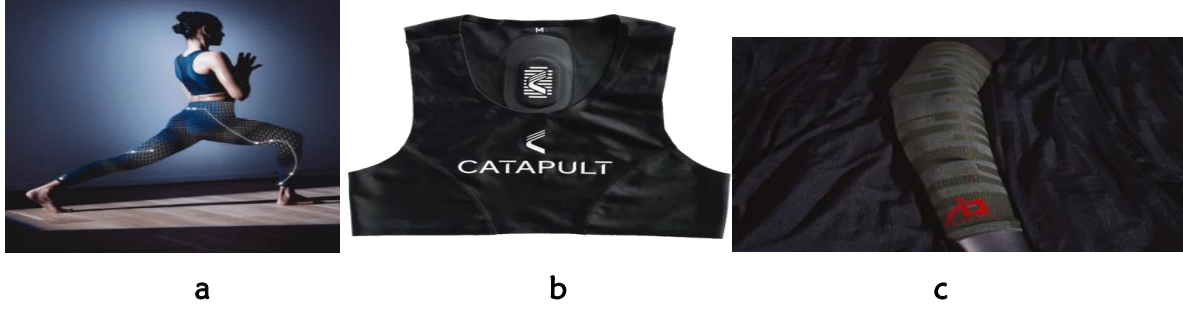
Pazarda kalp atış hızını izleyen çeşitli fitness takipçileri bulunmaktadır (Şekil 18. a., b.) (polar.com/en/sensors/h10-heart-rate-sensor; qardio.com/qardio-core-wearable-ecg-ekg-monitor-iphone/).



Şekil 18. a. Polar Heart Rate Sensors Kalp sensörü, b. QardioCore EKG monitörü
Figure 18. a. Polar Heart Rate Sensors Heart sensor, b. QardioCore ECG monitor

Aşağıda farklı akıllı elektronik spor giysi ürünlerine örnekler gösterilmektedir. Wearablex yoga tayında sensörlerle alınan bilgiler mobil uygulama ile değerlendirilerek telefonda sesli talimatlarla kullanıcıya yönlendirme sağlanmaktadır (Şekil 19a.) (wearablex.com/pages/how-it-works).

Catapult sensör tişörte yerleştirilmekte ve bu sensör ile performansı arttırmak ve yaralanma riskini azaltmak için veriler takip edilmektedir (Şekil 19b.) (catapultsports.com/solutions/catapult-one). Komodotec Smart Sleeve ile uyku ve egzersiz halinde iken veriler toplanabilmekte, ayrıca alınan sağlık verileri ile diyet listesi bile önerilebilmektedir (Şekil 19c.) (komodotec.com/best-hrv-monitor/).



Şekil 19. a. Wearable yoga taytı, b. Performans takibi için Catapult Sensör, c. Komodotec Smart Sleeve
Figure 19. a. Wearable yoga tights, b. Catapult Sensor for performance monitoring, c. Komodotec Smart Sleeve

6. Sonuç

Değişen yaşam koşulları ve sağlıklı yaşam konusunda farkındalığın artması ile spora olan ilgi artmıştır. Spor aktivitelerindeki çeşitliliğin ve spor aktivitelere olan ilginin artışı, ürün çeşitliliğindeki artışı ve özelleşmiş ürün tasarımlarını da beraberinde getirmiştir.

Bu çalışmada gelişen teknoloji ile pazarda yer bulan teknik ve akıllı tekstiller ile ilgili bilgi verilmiş, bu yenilikçi ürünlerin tasarım konseptleri incelenmiştir. Değişen yaşam koşulları ve gelişen teknoloji, tüketici taleplerini de etkilemiştir. Kullanıcıların spor giysilerden beklentileri hem fonksiyonel hem de estetik özellikleri kapsamaktadır. Bu beklentileri karşılamak için tasarımcılar yenilikçi teknolojileri kullanarak farklı yaklaşımlar ortaya koymaktadırlar.

Yapılan Ar-Ge çalışmaları ve pazar araştırmaları incelendiğinde teknik ve akıllı tekstillerin spor giyim alanında kullanımlarının artacağı öngörülmektedir. Bu da tekstil ve moda tasarımı alanında yenilikçi ürünlerin kullanılmasını teşvik etmektedir. Tekstil ve moda tasarımcılarının teknik ve akıllı tekstilleri takip etmeleri ve tasarımlarını farklı alanlarla işbirliği içerisinde yapmaları ürün performansını olumlu yönde etkileyecektir. Örnekler değerlendirildiğinde spor giysiden beklentilerin her geçen gün arttığı ve tasarım problemlerinin multi disiplinler olarak çözülmesi gerektiği görülecektir.

Bu kategoride yüksek katma değerli ürünler bulunmaktadır ve dolayısıyla ürünlerde kalite, performans ve tasarım belirleyici faktörlerdir. Teknik/akıllı tekstilleri sportech giysilerde performans ve konfor özelliklerin yanında estetik özellikler için de kullanılması tasarım açısından fark yaratabilecek bir unsurdur. Bu alandaki yenilikleri takip edilerek farklı seçeneklerin tasarımlarda kullanımları spor giysi pazarı açısından da önemlidir.

Kaynakça

Angelucci, A., Cavicchioli, M., Cintorrino, I.A., Lauricella, G., Rossi, C., Strati, S., Aliverti, A., (2021). "Smart Textiles and Sensorized Garments for Physiological Monitoring: A Review of Available Solutions and Techniques". *Sensors (Basel)*, 21(3): 814-837.

Bryson, D., (2009). "Designing smart clothing for the body". J. McCann, D. Bryson (Eds.), *Smart Clothes and Wearable Technology*, pp. 95-107, Woodhead Publishing, England.

Byrne C., (2000). “*Technical textiles market – an overview*”, Horrocks, A. R., Anands, S. C.(Eds.) Technical Textiles Handbook, pp. 1-23, The Textile Institute, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England

Derojeda K., Lengton M., Koonstra A., (2017). “Smart Textiles for Sports, Report on promising KETs-based products nr. 1”, June 2017, KETs Observatory Phase II.

Di Rienzo M, Meriggi P, Rizzo F, Castiglioni P, Lombardi C, Ferratini M, Parati G., (2010). “Textile Technology for the Vital Signs Monitoring in Telemedicine and Extreme Environments”. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, 14(3): 711–717.

Erdem İşmal, Ö., Yüksel, E., (2016). “Tekstil ve Moda Tasarımına Teknolojik Bir Yaklaşım: Akıllı ve Renk Değiştiren Tekstiller”, *Yedi : Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi*, Yaz 2016, Sayı 16, ss. 87-98

Gök M. O., Bilira M. Z., Gürcüm B. H., (2015). “Shape-Memory Applications in Textile Design”, *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195, pp. 2160 – 2169.

Gupta D., (2011). “Functional clothing – Definition and classification”, *Indian Journal of Fibre and Textile Research*, 36(4): 321-326.

Honarvar M. G., Latifi M., (2017). “Overview of wearable electronics and smart textiles”, *The Journal of The Textile Institute*, 108(4): 631-652

<https://dowe-sportswear.com>

<https://fashnerd.com/2017/04/vitali-smart-bra/>

<https://komodotec.com/best-hrv-monitor/>

<https://www.arion.run/studio/>

<https://www.aviarcollection.com>

[https://www.catapultsports.com/solutions/catapult-one\).](https://www.catapultsports.com/solutions/catapult-one).)

<https://www.columbia.com>

<https://www.dupont.com/>

<https://www.gore-tex.com/>

<https://www.heiq.com/>

<https://www.hexoskin.com/>

<https://www.hexoskin.com/>

<https://www.invista.com/>

https://www.mcf.co.jp/wp-content/uploads/2021/07/diaplex_en-1.pdf

<https://www.mdc-sport.com>

<https://www.outlast.com>

<https://www.polar.com/en/sensors/h10-heart-rate-sensor>

<https://www.qardio.com/qardio-core-wearable-ecg-ekg-monitor-iphone/>

<https://www.rei.com>

<https://www.schoeller-textiles.com/en/technologies/energear>

<https://www.schoeller-textiles.com/en/textiles/sport>

<https://www.sensoriafitness.com/>

<https://www.sportstextiles.toray/en/>

<https://www.textileblog.com/application-of-phase-change-materials-in-smart-textile/>

<https://www.trendhunter.com/trends/autumnal-outdoor-ready-footwear>

<https://www.trendhunter.com/trends/motion-responsive-sportswear-responsive-textiles-with-motion-sensitive-disp>

<https://www.wearablex.com/pages/how-it-works>

Jhanji Y., (2021). "Sportswear: Acumen of Raw Materials, Designing, Innovative and Sustainable Concepts", Kumar, B. (Ed.). *Textiles for Functional Applications*. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.91596, <https://www.intechopen.com/chapters/79278>, Erişim Tarihi: 24.03.2023.

Lam Po Tang, S., (2015). "*Wearable sensors for sports performance*". Roshan Shishoo (Ed.) *Textiles for Sportswear*, pp. 169–196. Woodhead Publishing, England

Mattila H., (2006). "*1- Intelligent textiles and clothing – a part of our intelligent ambience*", Mattila, H.R. (Ed.) *Intelligent Textiles and Clothing*, pp. 1-4, Woodhead Publishing Series in Textiles, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England

McCann J., (2009). "*The garment design process for smart clothing: from fibre selection through to product launch*", J. McCann, D. Bryson (Eds.), *Smart Clothes and Wearable Technology*, pp. 70–94, Woodhead Publishing, England.

Mecit, D., Ilgaz, S., Duran, D., Başal, G., Gülümser, T., Tarakçıoğlu I., (2007). "Teknik tekstiller ve kullanım alanları (Bölüm 1)", *Tekstil ve Konfeksiyon*, 2/2007, ss. 79-82.

Meriç, D. & Üreyen, M., E., (2019). "Akıllı Tekstil Malzemelerinin Tekstil ve Moda Tasarımına Katkıları", *International Social Sciences Studies Journal*, 5(30): 535-545.

Meriç, D., (2016). "*Akıllı Tekstillerin Ürün Tasarımında Kullanım Alanları ve Moda Tasarımına Yönelik Uygulamalar*", (Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstriyel Sanatlar Anabilim Dalı Moda Tasarımı Programı, Eskişehir.

Önlü, N., Halaçeli, H., (2007). "*İleri teknoloji Ürünü Tekstillerde Tasarım, Günümüz Modasındaki Yeri ve Önemi*", III. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi, İstanbul. 2007, ss 72-80

Özdil N., Anand S., (2014). "Spor ve Aktif Giyimde Kullanılan Tekstil Malzeme ve Ürünlerinde Son Gelişmeler", *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(3): 68-83

Scataglieni, S., Moorhead, A. P., Feletti, F., (2020). "A Systematic Review of Smart Clothing in Sports: Possible Applications to Extreme Sports Muscles", *Ligaments and Tendons Journal*, 10(2): 333-342.

Steffen, D., Adler F. & Marin, A.W., (2009). "Smart semantics: Product semantics of smart clothes", IASDR, Seoul, *Korean Society of Design Science*, pp. 79-88.

Tao, X.M., (2001). "*Smart technology for textiles and clothing-introduction and overview*", (Ed. X.M. Tao), *Smart fibres, fabrics and clothing: fundamentals and applications*, pp. 1-7, Woodhead Publishing Limited, Cambridge.

Technavio Reports, <https://www.prnewswire.com/news-releases/sportech-textiles-market---31-of-growth-to-originate-from-apacdriven-by-the-increasing-demand-for-sports-apparel-17000-technavio-reports-301503133.html>, Erişim Tarihi: 14.03.2023.