

Tekstil ve Moda Tasarımına Teknolojik Bir Yaklaşım: Akıllı ve Renk Değiştiren Tekstiller

Özlenen ERDEM İŞMAL*, Ebru YÜKSEL**

Özet

Bu çalışmada, malzeme bilimi, tıp, kimya, biyoloji, bilgisayar, çeşitli mühendislik alanları ve tasarım gibi farklı dalların işbirliğini kapsayan disiplinler arası bir alan olan akıllı tekstiller genel olarak değerlendirilmiştir. Bu konudaki gelişmeler tekstil teknolojisi ve sentetik liflerdeki gelişmeler ile paralel olarak ilerlemiştir. Başlangıçta uzay, askeri ve tıbbi giysiler ağırlıklı olan akıllı tekstiller, son yıllarda tekstil ve hazır giyim sektörlerinde de önem kazanmaya başlamıştır. Bireysel kontrol ve veri transferleri yapabilen kıyafetler, giyilebilir elektro-tekstil giysiler ve benzeri birçok uygulamalar yeni kavramları oluşturmuşlardır. 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. Bu materyallerin sınıflandırılması, tekstil ve moda açısından önemi, kullanım alanları ele alınıp bazı uygulama örneklerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Tekstiller, Renk değiştiren tekstiller, Fotokromik, Termokromik.

A Technological Approach to Textile and Fashion Design: Smart and Colour Change Textiles

Abstract

Smart textiles which is an interdisciplinary field that includes collaboration of different branches like materials science, medicine, chemistry, biology, various engineering fields and design are evaluated generally in this study. The developments in this field are proceeded in parallel with the developments in the fields of textile technology and synthetic fibers. In the beginning smart textiles of which applications were mainly for space, military and medical clothing have started gaining importance in textile and garment industry in recent years. The clothes that can make individual control and data transferring, wearable electro-textile clothes and many similar technics create new concepts. It is possible to obtain textile products that are enriched technologically, esthetically and visually with colour change chromic materials, which are the important field of smart textiles. The classification of these materials, the importance for textile and fashion and the areas of usage are handled and some application examples are featured.

Keywords: Smart Textiles, Colour change textiles, Photochromic, Thermochromic

*Prof. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, Tekstil Tasarımı Anasanat Dalı, İzmir. E-posta: ozlenen.ismal@deu.edu.tr

**Yüksek Lisans Öğrencisi., Dokuz Eylül Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi Tekstil ve Moda Tasarımı Bölümü, İzmir. E-posta: yuksel.ebr@gmail.com

Giriş

Estetik ve kişiye göre farklılık gösteren ürünlerin görsel, işlevsel ve teknolojik özelliklerindeki gelişmeler 21. yüzyılda hız kazanmıştır. Bu süre içerisinde sentetik malzemeler, ergonomik yapı ve estetik özellikler önemli hale gelmiştir. Diğer üretim sektörlerinde olduğu gibi tekstilde de ileri teknoloji desteği ile çok işlevli ve akıllı tekstiller ön plana çıkmaya başlamıştır. Bunlar güvenlik ve korunma amaçlarının yanı sıra ışığa, ısıya ve birçok faktöre bağlı olarak renk değiştirme özelliği gibi estetik yeniliklerle de gündeme gelmişlerdir.

Akıllı tekstiller, başta sağlık ve güvenlik alanları olmak üzere birçok alanda kullanılabilirlerinin yanı sıra estetik ve görsel etkilerin de yaratılabildiği ürünlerdir. Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin, tekstil alanında gerçekleştirilebilmesi uzak gibi görünen birçok projeyi hayata geçirebilecek potansiyele sahip olduğu söylenebilir. Bu kapsamda, daha önce denenmemiş uygulamalar sayesinde katma değeri yüksek tekstil ürünleri elde etmek amacıyla yapılan araştırmalar giderek artmaktadır. Yeni ve modern bakış açıları ile tasarlanan tekstil ürünlerinin daha fazla önem kazanarak kullanımlarının artması, yaşantımızın ve beklentilerimizin de değişime girdiğinin bir göstergesidir. Dolayısıyla ileri teknolojiler ile üretilmiş gelecek vaat eden tekstil ürünlerinin günlük moda akımları içerisinde daha çok yer bulacağı öngörülebilir.

Tüketicinin teknolojiyi benimsemesiyle ve yaşamlarındaki rolünün artmasıyla hem lif hem de bitmiş ürün olarak ileri teknoloji ile geliştirilmiş ve donatılmış tekstiller, ileri teknoloji devriminin en yeni keşif alanı olmuştur. İleri teknoloji ürünü tekstiller, fonksiyonel nitelikleri ile sadece sağlık, savunma, güvenlik, iletişim vb alanlarında değil, zaman içinde moda dünyasında da giysilerde kullanılan ürünler haline gelmişlerdir. Moda dünyasında ileri teknoloji ile üretilen tekstiller tasarımlarıyla yüzeylerine kazandırılan farklı görünümleri, tuşe ve performansları ile çok büyük etki yaratmışlardır (Önlü ve Halaçeli, 2007: 72-80).

İpliklere/kumaşlara kromik maddelerin uygulanması, tekstil ve moda tasarımına yeni bir soluk getiren yaklaşımlardan sadece bir tanesidir. Işığa ve ısıya

bağlı olarak renk değiştirme özelliği, işlevsel olmanın ötesinde, kullanıcının ruh haline göre bedenindeki ısı değişikliklerine cevap vermesiyle kişiye özel renklerde kumaş ve giysi tasarımlarına olanak vermektedir. Tekstil tasarımında önemli bir ölçüt olan rengin ışığa bağlı olarak değişimi hayal gücünün sınırlarını zorlamış, ileri teknoloji devriminin de kapısını aralamıştır.

Kumaşın ileri teknoloji ile kazandırılmış özellikleri de moda olmasında etkili olmaktadır. Kumaşa kazandırılan vücut ısısını düzenleme, renk değiştirme, iletişim kurma gibi akıllı olma özellikleri, moda tasarımcılarının bu özellikteki kumaşları tercih etmelerine neden olmaktadır. Tekstil ve moda tasarımcıları ileri teknoloji ürünü tekstillerle 21. Yüzyıl modası için çok sayıda fikir ve ifade içeren duygusal ve dokunsal deneyimlerle yeni bir ufuk açmaya çalışmaktadırlar. 90'lı yılların ilk dönemlerinde teknolojik malzemeler, pazarı kaplayan doğal kumaşlara çağdaş bir alternatif olarak görünmeye başlamışlardır. Tasarımcılar ve sanatçı-tasarımcılar, malzemedeki ve tekniklerdeki ilerlemelerden güçlü bir şekilde etkilenmişlerdir. Böylece tasarımcılar yaratıcılığın ve yeniliğin sınırlarını zorlayarak alışılmadık dışında ürünler ortaya koymaktadırlar. Yüksek teknolojinin kullanımı ile elde edilen bu çalışmalarla tekstil ürünleri katma değeri daha yüksek moda ve marka ürünler haline gelebilmektedir. Moda dünyası ileri teknoloji ürünü tekstillerle 1990'lı yıllardan itibaren yakından ilgilenmiş ve bu kumaşlar modacılar tarafından koleksiyonlarda kullanılmıştır. 90'lı yıllarda mikro lifler, yeni esnek lif ve kumaş grubuna dahil edilen metalikler, dokusuz yüzeyler, köpük ve lastikler, fiber optikler, elektronik tekstiller tekstil ve moda tasarımcılarının ilgisini çekmiştir. Bu malzemelerden tekstil tasarımcıları tarafından farklı görünümlü kumaşlar üretilmiş, moda tasarımcıları da bu malzemelerin görsel bütünlüğünü bozmadan basit silüetlerle onlara giysi biçimleri vermişlerdir (Önlü ve Halaçeli, 2007: 72-80).

Akıllı Tekstil Nedir?

Akıllı tekstiller, herhangi bir etkiyi veya etki değişikliğini algılama ve buna tepki verme özelliğine sahip tekstil

ürünleridir. Kullanım özellikleri ve işlevsellikleri açısından diğer geleneksel tekstillerden ayrılmakta ve iki grup altında ele alınmaktadır. Bir tekstil ürünü, eğer etkiyi veya değişikliği algılıyorsa *pasif akıllı tekstil ürünü*, algıladığı etki veya değişikliğe tepki de veriyorsa *aktif akıllı tekstil ürünü* olarak tanımlanmaktadır. Renk değiştirme özelliğine sahip boyarmaddeyle boyanan bir perdenin renginin değişen ışık durumuna göre koyulaşıp açılması ve değişmesi aktif akıllı tekstile bir örnek olarak verilebilir.

Akıllı tekstiller, teknik tekstiller içerisinde en yüksek ve ileri teknoloji kullanılan alanlardan birisidir. Yüklendikleri işlev ve yapıları açısından; tıbbi tekstiller, koruyucu ve askeri tekstiller, taşımacılık teknik tekstilleri gibi birçok alanda ayrı sınıflarda ele alınmaktadır. Önemli bir kısmı halen deneme aşamasında olan akıllı tekstiller alandaki gelişmeler konusunda A.B.D ve Japonya gibi ülkeler başı çekmektedir.

Akıllı sistemler normalde üç bölümden oluşmaktadır: Algılayıcı, işlemci ve başlatıcı. Örneğin; algılayıcı tarafından izlenen vücut sıcaklığı işlemciye aktararak alınan bilgi burada hesaplanır ve sıcaklık ayarı için başlatıcıya bir komut gönderilir. Bu etkileşimli tepkimeleri elde etmek için üç ayrı parça gerekebilmektedir. Algılayıcı iletken iplikler kullanılarak tişört yüzeyine nakışlanabilir. Algılayıcı, işlemci ve başlatıcı arasında kablosuz olarak aktarılan sinyaller mikroskobik kanatların açılarak havalandırma ve ısı transferi etkisinin artmasını sağlarlar veya sistem faz değiştiren malzemelerde olduğu gibi fiziğin temel esaslarına göre çalışabilir (Mattila, 2006: 1).

Akıllı tekstiller disiplinler arası bir çalışma alanıdır. Elektrik-elektronik, bilgisayar, tekstil mühendislikleri, tıp, kimya, biyoloji, malzeme bilimi gibi birçok bilim dalını kapsamaktadır. Bunlar, uzay, askeri ve tıbbi giysiler, bebekler, bakıma muhtaç kişiler için olan giysilerden tekstil ve hazır giyim sektörlerine kadar uzanan geniş bir yelpazede önem kazanmışlardır. Teknolojik gelişmeler, tekstil ve giysi üretimi için son derece önemli ve değerlidir. Bireysel kontrol ve veri transferleri yapabilen kıyafetler, giyilebilir elektro-tekstil giysiler ve benzeri birçok uygulamalar yeni bir kavram algısı oluşturmaktadır. Yeni doğan bebeklerin yaşam belirtilerini izleyebilen giysiler içindeki monitörler, bir sporcunun koşu performansı veya

hava koşullarından dolayı kaza mağdurlarına kurtarma ekibi çağırabilecek uygulamalar mümkün olabilmektedir. Tüm bu yeni uygulamaların yaşamı kolaylaştırabilecek süreçleri uluslar arası uzmanlardan oluşan ekipler tarafından araştırılmaktadır. Ayrıca, işlevsel özellikleri arttırmaya odaklanmış yeni kimyasal lifler ve bitim işlemleri geliştirilmektedir. Örneğin; tekstil yüzeylerinde oluşturulan özel dokular, kaplamalar ve bitim işlemleri ile kumaşlara su geçirmez ancak, aynı zamanda nefes alabilen özellik kazandırılmaktadır. Üç boyutlu dokuma teknolojisi, tekstil gelişmelerinde heyecan verici bir yolun önünü açmıştır. Elektronik cihazların eklendiği giyilebilir teknoloji sayesinde giyime elektronik temelli bir yaklaşım getirilmiştir. Buradaki amaç, akıllı tekstillerde elektronik uygulamaları tekstil yüzeyleriyle uyumlu hale getirmektir. Tekstil ürünlerindeki elektronik parçalar çıkartılmadan çamaşır makinesinde yıkanabilmektedir. Akıllı tekstillerin üretim ve kullanım özelliklerine ilişkin bazı beklentiler ve buna bağlı olan değerlendirme ölçütleri söz konusudur. Akıllı tekstillerin değerlendirme ölçütlerini oluşturan bileşenler Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Akıllı tekstillerin değerlendirme ölçütlerini oluşturan bileşenler (Jose 2005).

Akıllı lif ve kumaşlar giyim dışında birçok alanda kullanılmaktadır. Uyumak üzere olan sürücüleri uyandıran araba koltukları, kalp atışlarınızı dinleyen yatak çarşafı, oda sıcaklığına göre renk değiştiren dokumalar, ne kadar hızlı koştuğumuzu söyleyen ayakkabılar, koltukların koluna iliştirilen televizyon ve müzik seti kumandaları, kumaş piyanolar gibi ürünler giyim dışında kullanılan akıllı tekstillere örnek gösterilebilir (Emek, 2004).

Dünyada akıllı tekstiller üzerine yapılan çalışmalar gün geçtikçe artmasına rağmen, ülkemizde sektörün bu kısmındaki araştırma-geliştirme çalışmaları yaygın değildir. Bu açıdan akıllı tekstiller alanında yapılan araştırma-geliştirme çalışmalarına hem üniversiteler hem de sanayinin ortak katılımıyla hız kazandırılmalıdır. Çeşitli araştırmacıların, tüm dünyada bu alanlarda farklı çalışmaları bulunmaktadır. Deguillement (2003), çalışmasında askeri alanda, sağlık alanında, modada, teknolojik alanda, ekstrem sporlarda ve günlük hayatta kullanılan veya kullanılacak akıllı tekstillere ve üretim tekniklerine değinmiştir. Norstebo (2004), akıllı tekstilleri üretim tekniklerine göre, elde edildikleri teknolojilere göre incelemiş olup; faz değiştiren materyallerden (PCM), şekil hafızalı materyallerden (SMM), kromik materyallerden ve elektronik iletken malzemelerden üretilen akıllı tekstillere ışık tutmuştur. Ayrıca akıllı tekstiller üzerinde çalışmalar yapan firmalar ve ürettikleri ürünleri de örnekleyerek değinmiştir.

Şahin, Bulgun ve Kayacan (2004), ısıtma fonksiyonlu akıllı tekstilleri incelemişler ve özellikle güvenlik amaçlı askeri uygulamalarda, sürekli kullanılmaktan kaynaklanan yıpranma ve dayanıklılık sorununa çözüm önerileri getirmişlerdir. Normal kumaş liflerini zamanla yıpratın, aşındıran ve yırtılmalara yol açan olağan katlanmalar ve bükülmeler, ısıtıcı akıllı giysilerde kabloların kaymasına, kırılmasına ve sonuç olarak sistemin çalışmasının aksamasına sebep olabilmektedir. Ayrıca oluşturulan elektronik kumaşların da dikiş makinesinin iğne darbelerinden etkilenmemesi gerekmektedir. Bunu önlemenin bir yolu elektronik tekstilleri gerekenden fazla devreyle tasarlamaktır. Örneğin; dört veya daha fazla kabloyu taşıyabilecek iplikler kullanmak bir çözüm yöntemi

olarak ortaya koyulabilmektedir. Böylece kablolardan biri kopsa da diğerleri, ürünün çalışmasını sorunsuz olarak sağlayabilmektedir. Diğer bir çözüm yolu ise metaller kadar iyi akım iletmeseler de çok sayıda esnek iletken polimer tel kullanmaktır.

Keil (2004), akıllı giysiler sektörünün durumu, akıllı tekstillerin üretimleri, kullanımları ve geri kazanımları konularına açıklık getirmeye çalışarak elde ettiği bilgiler ışığında bazı akıllı giysi tasarımı önerilerinde bulunmuştur. Kiekens, Westbroe, Priniotakis ve Langenhove (2004), tekstil elektrotlarının davranışları araştırmışlar, sistemi modellemek ve parametrelerin ve vücut koşullarının belirlenmesi için interfazlarda elektrot-elektrolit ve elektrot-deri elektrolitlere nüfuz etme ön çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmanın sonuçları, bir elektrokimyasal hücre kullanarak tekstil elektrotları ile insan derisi arasındaki interfaz modellemenin ilk denemesini göstermektedir. Bu hücre, deney kısmında tanımlanmakta ve iki tekstil elektrot insan vücuduna (örneğin kol veya ayağa) düzlemsel olarak yerleştirildiğinde tekstil elektrot deri-elektrot-deri-tekstil elektrot sistemini taklit etmektedir (Erman, 2007: 12-13). Almanya'da tekstil ve hazır giyim konularında çalışmalar yapan Hohenstein Araştırma Enstitüsü akıllı tekstilleri aşağıda görülen 5 alanda gruplayan ve sınıflandıran bir sistem oluşturmuştur.

Transfer Sistemleri

Transfer sistemlerinde nanokapsüller, moleküler depolar veya mikrokapsüller ile birleştirilmiş tekstil yüzeyleri neme, basınca ve sıcağa maruz kaldığında belirli aktif maddeler yaymaktadırlar. Tıbbi alandaki teşhis uygulamalarında sporcuların doping kontrollerinin yapılmasında kullanılabilir. Bu uygulamalarda moleküler yapılar insan tenindeki ifrazatları emmekte ve bunları tıbbi olarak değerlendirmektedir. Diğer sektörlerde kullanım alanları olarak, tekstiller, güzel kokulu maddelerle, vitaminler, böcek kovucularla ve çok sayıda maddeyle donatılabilmektedirler (Erman 2007: 20).

Adapte Olabilen Sistemler

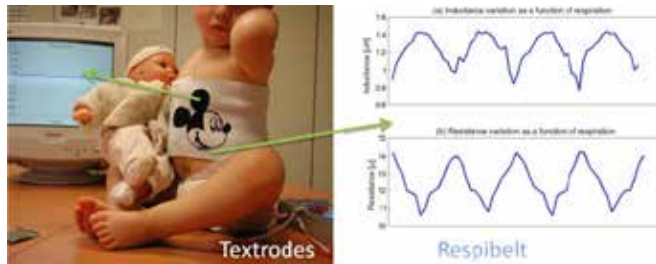
Adapte olabilen sistemler kendiliğinden çevredeki ve vücuttaki değişen şartlara adapte olmaktadır. Bunlar nem, ışık ve ısı değişimlerine reaksiyon göstermektedirler. Bu

gruba örnek olarak ısı değişikliklerine kendiliğinden adapte olan ceket ve kazaklar örnek gösterilebilir. Bu teknolojiye dayalı malzemeler ilk olarak, astronotları aşırı soğuk ve kavurucu sıcaklıklar arasındaki ısı değişikliklerinin etkilerinden korumak için uzay elbiseleri ve eldivenlerinde kullanılmıştır. Günümüzde bu teknoloji, aktif spor ve boş zaman aktiviteleri için giyilen teknik tekstiller için de kullanılmaktadır. İtalyan Corpe Nove firması ısıdaki düşüş ve yükselmelere göre kolu kısalan ve uzayan bir elbise geliştirmiştir (Erman 2007: 20).

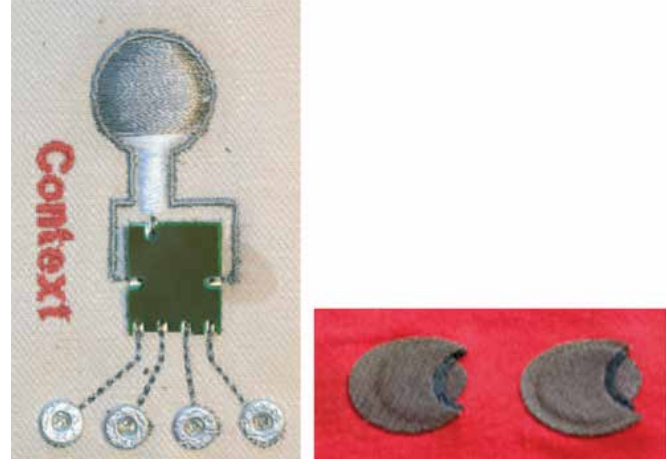
Akıllı Giysiler

Bu grup, elektronik parçaları giysilere entegre eden tekstil temelli bilgi ve iletişim teknolojilerini içermektedir. Elektronik parçalar bilgisayar klavyesi, cep telefonları, mikrofonlar, mp3 çalarlar, video kameralar hatta uydu sistemlerinden oluşmaktadır. Bu gruba, giyen kişinin kalp atışı, nefes alışı, nabız ölçümü, vücut sıcaklığının izlenmesi gibi 30 hayati değişkeni 24 saat boyunca izleyebilen, gerekli durumlarda kablosuz iletişim ağıyla gerekli kişileri anında haberdar eden hayat elbisesi (life shirt) örnek gösterilebilir. Bu giysi aynı zamanda her yıl binlerce uyuyan bebeğin ölümüne neden olan ani bebek ölümü sendromunun önüne geçebilmek için, bebeğin soluk alması durduğunda, kalp atım sayısında ya da vücut ısısında beklenmedik bir değişiklik olduğunda ebeveynleri haberdar etmektedir. Giysi söz konusu değişiklikleri kişisel dijital yardımcılar (PDA) veya kişisel bilgisayarlara aktarmaktadır (Erman 2007: 20-21).

İletken tekstillere dayalı kalp ve solunum sistemleri şematik olarak Resim 1’de görülmektedir.



Resim 1. İletken tekstillere dayalı kalp ve solunum sensörleri (Langenhove, Hertleer, Schwarz, 2012: 123).



Resim 2. İletken tekstillere dayalı nakışlı sensörler (Langenhove, Hertleer, Schwarz, 2012: 123).

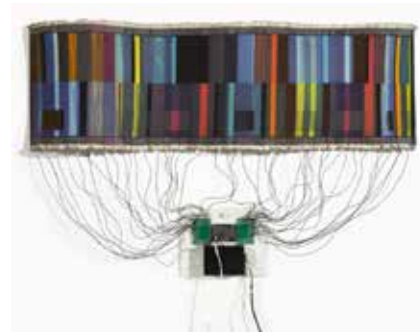
Resim 2’de, İletken tekstillere dayalı nakışlı sensörler giysilerde normal bir nakıştan farksız bir görünümde dirler.

Aktarıcı Sistemler

Bu gruptaki akıllı tekstiller, lazer kodları veya radyo frekans alanları kullanılarak içeriği değiştirilebilen veya yüklenilebilen minyatürize edilmiş elektronik depo araçlarıdır. Örneğin, bir kumaşa bilgi entegre edilebilme ve bilgi tekstil zinciri boyunca muhafaza edilerek hazır giyim üreticisinin kullanımına sunulabilmektedir (Erman 2007: 21).

Mikroteknoloji ve Nanoteknoloji

Mikroteknoloji ve nanoteknoloji kullanılarak tekstil ve elektronik daha fazla birleştirilmektedir. Çok küçük elektronik parçalar ve duyargalar (sensörler) görünmeyecek bir şekilde tekstil ürünlerine entegre edilmektedirler. Bu ürünler otomatik izleme, düzenleme ve kontrol yapabilmektedirler (Erman, 2007: 21).



Resim 3. Mühendis ve sanatçı Maggie Orth’un Kilim Devreler adlı ürünü, 100 Electronic Art Years (2009).

Maggie Orth'un tasarımı olan, ısıya duyarlı termokromik mürekkep ile basılmış kilim elektrik sensörler sayesinde, koyu renkten açık renklere doğru renk değiştirebilmektedir (Resim 3).

Yine IFM tarafından geliştirilen 'Elektrik Ekoseli Kumaş'ın, hiçbir kumaşın ulaşamadığı kadar özellikli olacağı savunulmaktadır (Resim 4). Örneğin, çantanızda büyük puanlar ya da gömleğinizde ince çizgiler olmasını düşlediğinizde teknoloji buna sahip olmanızı ve istediğinizde orijinaline çevirmenize imkân tanıyacaktır. Kolektif sahada ise şirket logosunu veya ofis ekipmanını vurgulamak için kullanılabilir. Aslında Elektrik Ekoseli giymeye başlamadan çok daha önce, ofislerde görmek mümkün olabilecekti. Ancak bu teknolojiye, ihtiyaç duyulan enerjinin kaynağı en büyük sorundur. Çünkü giysi ile birlikte bataryaların da her yere taşınması gerekecektir. Ayrıca sıcak telli giysiler yıkamaya ve kurutmaya dayanıklı değildir. Örneğin, Levi Strauss iki sene önce üzerinde MP3 çalar ve mobil telefon bulunduran bir ceketin başarısız



Resim 4. Elektrik Ekoseli Kumaş (2005).

olduğunu, bir pazarlama deneyimi sonucunda öğrenmiştir (Teknik Tekstiller, 2009: 52).

Akıllı tekstillerin üretiminde elektronik bileşenlerin kullanılması nedeniyle giysinin kullanımındaki konfor sorunu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca akıllı tekstillerde kullanılan bu elektronik parçaların vücuda zarar vermesi ve bu ürünlerin işlevlerini yerine getirmesi için gerekli olan enerji maliyeti önemli bir sorundur. Bu sorunu gidermeye yönelik olarak nanoteknoloji ve biyoteknoloji alanındaki ilerlemelerden yararlanılarak sorun giderilmeye çalışılmaktadır (Erman, 2007: 19-20).

Christina von Dorrien, İnteraktif Yastıklar adlı bir proje geliştirmiştir. Estetik, sosyal ve duygusal yönleri üzerinde odaklanarak kişilerarası iletişim için cihazlar fikrinden yola çıkarak uzak mesafelerdeki insanların birbirlerini hissetmesi için tasarlamıştır. Biri yastığa sarıldığı zaman uzaktaki yastıkta ışık ve sıcaklık etkisi oluşacaktır. Bir cep telefonu aracılığıyla internet üzerinden bağlantı kurulabilmektedir (Dorrien, 2009: 41) (Resim 5).

Akıllı tekstillerin üretim tekniklerine göre



Resim 5. Christina von Dorrien tasarımı İnteraktif Yastıklar (Andonovska, 2009: 41).

sınıflandırması aşağıdaki şekilde yapılmaktadır

- Faz değiştiren materyallerden (PCM) elde edilen akıllı tekstiller,
- Biçimsel hafızalı materyallerden (SMM) elde edilen akıllı tekstiller,
- Kromik materyallerden elde edilen akıllı tekstiller,
- Elektronik/ İletken liflerden elde edilen akıllı tekstiller,
- Diğer akıllı kumaşlar, tekstiller.

“Faz değiştiren (PCM), şekil hafızalı (SMM), kromik (color change) ve iletken malzemeler ticari olarak bulunabilen akıllı tekstillere örnek olarak gösterilebilirler.“ (Mattila, 2006: 2).

Optik lifler ışık veren etkileri ile kumaş üreticilerinin de dikkatini çekmektedir. Zibetti Tekstil firması optik liflerin kullanıldığı kumaşların seri biçimde üretilmesi konusunda araştırmalar yapmaktadır. İpek kumaşlar içinde kullanılan optik lifler kumaşta, parıltılı hoş efektler yaratmaktadır. Optik liflerin kullanıldığı kumaşların dikiminin zor olmasına rağmen ileride endüstriyel alanda ilgi çekeceği düşünülmektedir (Esiroğlu, 2006: 3) (Resim 6).



Resim 6. Optik liflere örnek ürünler (Ritter, 2007: 40).

Kromik Tekstiller ve Bazı Uygulama Örnekleri

Doğadaki bazı canlıların ışık, mekanik, ısı, kimyasal, elektriksel veya manyetik etkiler karşısında gösterdiği

tepkiilerin tekstil liflerine uyarlanması sayesinde akıllı tekstil kavramı ortaya çıkmıştır. Akıllı malzemelerin kullanımı ile renk değiştiren kumaş yapıları günümüz estetik anlayışı açısından önemlidir. Uzun yıllar yapılan araştırmalar sonucunda, tüketici taleplerine daha iyi cevap verebilmek için dış uyaranlara bağlı olarak renk değiştiren tekstiller üretilmiştir.

Renk değişimleri kromik malzemeler sayesinde elde edilmektedir. Kromik materyallerin dış etkenlerin uyarıcı etkisiyle sonucu renk değiştirme, rengini kaybetme ve renk yayma özellikleri vardır. Bu kromik maddeler çeşitli boya, baskı, bitim işlemleri ve kaplama yöntemleriyle tekstil yapılarına aktarılabilirler. Farklı renk değiştirme mekanizmaları olmakla birlikte, renk değişimi çoğunlukla dış uyaran etkisi ile materyalin elektron yoğunluğu ya da moleküler yapısındaki değişim sonucunda gerçekleşir. Uyarıcı dış etken ortadan kalktığı zaman ise materyal daha kararlı olduğu ilk haline ve rengine geri döner.

Bu akıllı yapılar tepki vermelerini başlatan etkene göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadırlar:

- Termokromik materyaller; ısı etkisi ile
- Fotokromik materyaller; ışık ışınları etkisi ile
- Halokromik; pH değişimi etkisi ile
- İyonokromik materyaller; iyon etkisi ile
- Higrokromik materyaller; nem/su etkisi ile
- Elektrokromik materyaller; elektrik enerjisinin etkisi ile
- Piezokromik materyaller; basınç etkisi ile
- Tribokromik materyaller, sürtünme etkisi ile
- Mekanokromik materyaller, deformasyon etkisi ile
- Solventkromik materyaller; sıvı/çözelti etkisi ile
- Kemokromik materyaller; toksik gazlar, deterjanlar gibi özel kimyasal maddeler etkisi ile
- Karsolkromik materyaller; elektron demeti etkisi ile

Kromizm, 1900 yılları başında araştırılmaya başlanmış, fotokromizm, elektrokromizm ve termokromizm alanlarında uygulamalar yapılmaya çalışılmıştır. Bu uygulamalar en çok boya, mürekkep, fayans, gözlük, pencere ve optik gibi birçok alanda olmuştur. Tekstil ve lif malzemeleri alanında en çok uygulanan kromik sistemler,

fotokromik ve termokromik uygulamalardır. Bu sayede, ışık ışınlarının ve vücut sıcaklığının etkisine karşı tepki vererek renk değiştirebilen tekstiller elde edilebilmektedir.

Termokromik boyar maddeler, tersinir renk değişimi özelliğine sahip oldukları için tekstilin ısı depolama özelliği de değişmektedir. Koyu renklerde ısı depolaması, açık renklerde ise ısı yansımaları artmaktadır. Dolayısıyla yüksek sıcaklıklarda beyaza dönüşerek sağlanan ısıyı yansıtma özelliği sayesinde itfaiyeci giysileri gibi koruma amaçlı tekstillerde de kullanılabilir. “Fotokromik boyar maddelerin tekstil materyalleri üzerinde kamuflaj amaçlı kullanımı 1960’larda Amerikan firması Cynamid’in fotokromik spiropiranları geliştirmesi ile başlamıştır.” (Tekstil&Teknik, 2011: 90-91).

Çeşitli etkenlerle renk değiştiren akıllı tekstil üretiminin esasını ışığa duyarlı mikro kapsüllerin kullanımı oluşturmaktadır. Fizyokimyasal ve kimyasal işlemler kullanılarak uygulanan mikrokapsülasyon yöntemi sayesinde bu sistemler daha geniş kullanım alanına kavuşmuştur. Mikrokapsüllenen boyarmaddelerin yıkama ömürleri sınırlı olup, aşırı ve çok yüksek sıcaklıklarda yıkama yapmaktan kaçınmak gereklidir. Ar-Ge çalışmaları sayesinde bu özelliklerin iyileştirilebileceği öngörülebilmektedir.

Renk değiştirme özelliği sadece kumaşlara değil ipliklere de verilebilmekte ve nakış yapımında da kullanılabilirler. Özellikle ısı ve ışık etkisi ile renk değiştiren tekstiller ilk başlarda daha çok moda amaçlı tekstillerde kullanılmış olsalar da kullanım alanları günümüze kadar yaygınlaşarak gelmiştir. Renk değiştiren tekstiller kullanım amaçlarına bağlı olarak çok farklı alanlarda kullanılabilirler. Bunlar başlıca; moda ve dekorasyon; işlevsel spor giysiler; sıcaklık düzenleyici (termoregülasyon) tekstiller; kamuflaj; güvenlik ve marka koruma amaçlı kullanım alanları olarak sınıflandırılabilir. Renk değiştiren akıllı tekstiller estetik ve görsel zenginlik katma özellikleri nedeniyle avantaj sağlamaktadırlar. Moda ve dekorasyon amaçlı tekstil kullanımlarında elektromik, solventromik, termokromik ve fotokromik etkilerle renk değiştirme özelliği uygulamalarına rastlanmaktadır.

Renk değiştiren boyarmaddeler taklit ürünler, para ve evrak ile ilgili bir takım sahtekârlıkları önlemek için güvenlik ve marka koruma amacıyla da kullanılmaktadır. Bunun yanı

sıra bedensel hareket esnasında kalp atışlarının ve vücut sıcaklığının artışı etkisiyle giysinin renk değiştirmesi sağlanarak hareket düzeyinin izlenebilmesi gibi işlevsel özellikler spor giysilere verilebilmektedir.



Resim 7. Isıya ve ışığa duyarlı şal (Neffa, 2015).

Bukalemun gibi bazı canlıların ışık karşısında renk değiştirebilme özellikleri teknoloji uzmanlarına ve tasarımcılara ilham vermiştir. Resim 7’de Neffa firmasının yenilikçi ve teknolojik ürünü bukalemun şalı; ruh hali, ısı ve ışığa bağlı olarak renk değiştiren bir üründür. Bukalemun gibi bazı canlıların ışık karşısında renk değiştirebilme özellikleri teknoloji uzmanlarına ve tasarımcılara ilham vermiştir.

Klasik lif ve kumaşlardan ışığa duyarlı kumaşlara doğru bir değişime uğrayan bu yeni tekstiller, tasarımcılara yeni olanaklar sağlamaktadır. “İki sandalyeli tiktak

mobilya ürünün tasarım çalışmaları ve uygulaması İsveç'te Interactive Institute'de yapılmıştır. Normal oda ısısında yüzeyde değişiklik olmazken, yüzeydeki ısıya bağlı olarak termokromik bileşenler aktif hale gelerek renk değişimi oluşturmaktadır.” (Ritter, 2007: 22) (Resim 8).



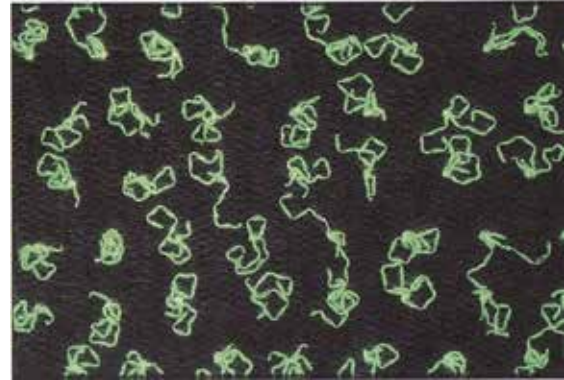
Resim 8. Termokromik baskılarla renk değiştiren mobilyalar (Ritter, 2007: 22).

İsveçli bir tekstil tasarım öğrencisi olan Marjan Kouroshnia tarafından tasarlanan ve Resim 9'da görülen yüz maskeleri, domuz gribi gibi ağır solunum yolları enfeksiyonlarında vücut ısısında artış olması halinde termokromik mürekkeple basılmış olan desenlerin renk değiştirmesi esası üzerine geliştirilmiştir.

Akıllı tekstil ürünlerinde renk değişimleri, güvenlik ve korunmanın ötesinde görsel yenilikleriyle de dikkat çekmeye başlamıştır. Kumaş tasarımında önemli bir ölçüt olan renk, ışığa ve ısıya bağlı olarak değişimi ile hayal gücünün sınırlarını zorlamaktadır. “Anne Mieke Kooper adlı tasarımcı, normal ışıkta diğer ipliklerden farklı görünmeyen, yapay ışık altında ise içerdiği pigmentlerden dolayı parlayan Permalight ipliği tasarımlarında kullanmıştır.” (Esiroğlu, 2006: 1) (Resim 10).



Resim 9. Marjan Kouroshnia tasarımı tıbbi maskeler (2009).



Resim10. Anne Mieke Kooper tasarımı Renk Değiştiren İpliklerle Dokunmuş Kumaş.

Doğadaki canlıların ışık karşısında renk değiştirebilmeleri tasarımcılara ilham kaynağı olmuştur. Tekstil tasarımcısı Sophie Roet'in 2001 yılında tasarladığı ve üretilmiş olan, bugün Londra'da Victoria and Albert Müzesi'nin koleksiyonunda yer alan 'Wandering Lines-Red' adını verdiği kumaşında çözgüde parlak renkli ipek

ile poliester/poliamidten oluşan fosfor gibi parıldayan fosforesan iplik kullanmıştır. Kumaş yaklaşık iki dakika yoğun ışığa maruz bırakıldığı zaman fosforesan özellikli iplik ışığı emer ve hafif ışıkta parıldar ve de giderek ışıltısı azalır (Önlü ve Halaçeli, 2007: 72-80) (Resim 11).



Resim 11. Sophie Roet Tasarımı fosforesan etkili kumaş (2001).

Resim 12’de Leonie Tenthof van Noorden tarafından yapılan Zola adlı üründe zigzag atkı aralarına fotokromik boyalı iplikler eklenerek bir efekt oluşturulmuştur.



Resim 12. Leonie Tenthof van Noorden’ın, fotokromik ipliklerle tasarlanan Zola adlı ürünü (2013).

Amy Konstanze Mercedes’in The Rainforest Dress adlı tasarımı hidrokromik ve termokromik mürekkep ile renklendirilmiş renk değiştiren ürünlere örnek verilebilir (Resim 13).



Resim 13. Amy Konstanze Mercedes’in The Rainforest Dress adlı tasarımı (2012).

Resim 14’te görülen, Christoph Klemmt’in ‘OR2’ tasarımı, fotokromik gölgelik yapısı ile tasarım ödülü kazanmış bir üründür. Tasarımcı, tasarımını şöyle açıklamaktadır: “OR2 güneş ışığına tepki veren tek yüzeysel çatı yapısıdır. Gölgede kaldığı süre içerisinde olan beyaz saydam ürün, güneş ışınlarının yoğunluğuna göre renkli hale dönmektedir.” (Hyperallergic, 2013).



Resim 14. Christoph Klemmt tasarımı ‘OR2’, Fotokromik Gölgelik (2013)

Tasarımcı Sofia Lagerkvist, Charlotte von der Lancken, Anna Lindgren ve Katja Sävström UV ışınlarına duyarlı mürekkepler ile bir duvar kâğıdı ürünü geliştirmişlerdir. UV ışınlarına maruz kalan duvar kâğıdının Resim 15’de üç aşamalı değişimi gösterilmektedir.



Resim 15. UV ışınlarına duyarlı mürekkepler ile renk değiştiren duvar kâğıdı, Axel Ritter (2007).

Sonuç

Bu çalışma kapsamında, günümüzde tekstil ve moda tasarımına yön veren, ayrıca hayatı kolaylaştırmaya yardımcı olan bazı teknolojik tekstil materyallerine değinilmiş; renk değiştiren tekstillerin özellikleri ve kullanım alanları hakkında bilgi verilmiştir. Mevcut araştırmalar incelendiğinde tekstil ve moda tasarımında kullanılmaya başlanan yeni tekstil malzemeleri ile teknolojilerin günümüz estetik anlayışı ve tüketicilerin talepleri açısından önem taşıdığı açıkça görülmektedir. Yapılan çalışmalar ışık ve renge bağlı birçok yenilikçi etkiyi de beraberinde getirmiş, bu farklı yaklaşımlar tasarımcılara ilham kaynağı olmuştur. Öte yandan yeni teknolojik buluşların fark edilip tekstil ve moda tasarımı alanlarında kullanılmaya başlanması ile birlikte çok işlevli akıllı tekstiller ön plana çıkmıştır. Akıllı tekstillerin

yaygınlaşması tekstil ürünlerinin bakımı, temizliği gibi konuları ilgilendiren birçok sektörün önemli ölçüde etkilenmesini beraberinde getirebilir. Bu değişim ve gelişim rüzgarlarından tekstil ve moda tasarımcılarının etkilenmemesi düşünülmemeyeceği gibi tekstilin temelini oluşturan lif, iplik ve kumaş teknolojilerindeki gelişmelerin sonucunda çok daha farklı yeni tarz tasarımcıların ve bakış açılarının ortaya çıkması olasıdır.

Kaynakça

- Andonovska, M (2009). E-textiles: The Intersection of Computation and Traditional Textiles, Yüksek Lisans Tezi, Medialogy, Aalborg University, Copenhagen. Birkhauser.
- Arslan, K. (2009). *Teknik Tekstiller Genel ve Güncel Bilgiler*, Müsiad Araştırma Raporları:52, İstanbul: Mavi Ofset.
- Çoşkun, E. (2007). Akıllı tekstiller ve Genel Özellikleri, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Emek, A. (2004). *Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve İhraç İmkânları*. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracat Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.
- Esiroğlu, F, Balık, M. (2006). Renk Değiştiren Tekstiller, Bitirme Projesi, İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi.
- Jose, A.G. (2005). *Advances in Technology: Smart & Engineered Textiles*. Protective Clothing Research Group, Department of Human Ecology, University of Alberta.
- Kızıldağ N. Beceren Y. (2011). Akıllı Tekstiller, *Tekstil&Teknik Dergisi*, sayı 27
- Mattila, H.R. (2006). *Intelligent Textiles and Clothing*, Woodhead Publishing Ltd., Cambridge, England 2006
- Önlü, N, Halaçeli, H. (2007). “İleri teknoloji Ürünü Tekstillerde Tasarım, Günümüz Modasındaki Yeri ve Önemi”, III. Uluslararası Teknik Tekstiller Kongresi, İstanbul.
- Ritter, A. (2007). *Smart Materials in Architecture*, Architecture, Interior Architecture and Design, Berlin: Birkhauser.
- Van Langenhove, L., Hertleer, C., Schwarz, A. (2012). Smart Textiles: An Overview, NATO Science for Peace and Security Series B- Physics and Biophysics Intelligent Textiles and Clothing for Ballistic and NBC

İnternet Kaynakları

Ecouterre

<http://www.ecouterre.com/color-changing-temp-sensitive-textiles-flu-masks/>, (Erişim Tarihi: 26.04.2016)

Hyperallergic Some Favorites from the A' Design Award Winners. (Erişim Tarihi:25.04.2016) <http://hyperallergic.com/84958/some-favorites-from-the-a-design-award-winners/>

Leonie Suzanne, Innovative Knitting Techniques. (Erişim Tarihi:02.05.2016) <http://leoniesuzanne.com/zola.html>

Maggie Orth 100 Electronic Art Years. (Erişim Tarihi: 25.04.2016) http://www.maggieorth.com/art_100EAYears.html

Medium, Rainbow Winters, The Rainforest Dress.

<https://medium.com/@krissyxkd/making-wearables-wearable-41d382427906#.d1fqjrr2s> (Erişim Tarihi: 30.03.2016)

Moco Loco Submissions, Chameleon, Mood Scarf Reacts to Mood, Light and Temperature. (Erişim Tarihi:22.04.2016)

<http://mocosubmit.com/chameleon-mood-scarf-reacts-to-mood-light-and-temperature/>

Görsel Kaynaklar

Resim 1. İletken tekstillere dayalı kalp ve solunum sensörleri (Langenhove, Hertleer, Schwarz, 2012: 123)

Resim 2. İletken tekstillere dayalı nakışlı sensörler (Langenhove, Hertleer, Schwarz, 2012: 123)

Resim 3. Mühendis ve sanatçı Maggie Orth'un Kilim Devreler adlı ürünü.

http://www.maggieorth.com/art_100EAYears.html

Resim 4. Elektrik Ekoseli Kumaş. <http://www.archello.com/en/product/electric-plaid>

Resim 5. Christina von Dorrien tasarımı İnteraktif yastıklar (Andonovska, 2009: 41)

Resim 6. Optik liflere örnek ürünler (Ritter, A. 2007: 40)

Resim 7. Isıya ve ışığa duyarlı şal. <http://mocosubmit.com/chameleon-mood-scarf-reacts-to-mood-light-and-temperature/>

Resim 8. Termokromik baskılarla renk değiştiren mobilyalar (Ritter,2007: 22)

Resim 9. Marjan Kouroshnia tasarımı tıbbi maskeler. <http://www.ecouterre.com/color-changing-temp-sensitive-textiles-flu-masks/>

Resim10. Anne Mieke Kooper tasarımı Renk Değiştiren İpliklerle Dokunmuş Kumaş.

<https://tr.pinterest.com/pin/488077678343894952/>

Resim 11. Sophie Roet Tasarımı fosforesan etkili kumaş. http://risdmuseum.org/art_design/objects/5512_wandering_lines

Resim 12. Leonie Tenthof van Noorden'ın, fotokromik ipliklerle tasarlanan Zola adlı ürünü. <http://leoniesuzanne.com/zola.html>

Resim 13. Amy Konstanze Mercedes'in The Rainforest Dress adlı tasarımı.

<http://www.psfk.com/2012/09/clothing-respond-to-light-water-sound.html>

Resim 14. Christoph Klemmt tasarımı 'OR2', Fotokromik Gölgelik. <http://hyperallergic.com/84958/some-favorites-from-the-a-design-award-winners/>

Resim 15. UV ışınlarına duyarlı mürekkepler ile renk değiştiren duvar kağıdı (Ritter,2007: 7)