

## AKILLI TEKSTİLLER VE GENEL ÖZELLİKLERİ\*

### *Smart Textiles And General Features*

Erman COŞKUN  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

R.Tuğrul OĞULATA  
Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

#### ÖZET

Akıllı tekstiller, çevresel şart ve etkileri algılayıp tepki veren materyal ve yapılarıdır. Akıllı tekstillerin, gelecekte çok büyük bir potansiyele sahip olacağı ve tekstil sektörünün en önemli kısmını oluşturacağı beklenmektedir.

Bundan dolayı, bu çalışma, ülkemiz tekstil sektörü açısından çok yeni ve önemli olan akıllı tekstillere ışık tutmayı amaçlamıştır.

Çalışma kapsamında akıllı tekstiller, üretim tekniklerine göre sınıflandırılmış ve bu sınıflandırma altında akıllı tekstil ürünleri genel olarak incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Akıllı Tekstil, Çok fonksiyonlu Tekstil, Giyilebilir Bilgisayar.

#### ABSTRACT

Smart textiles are materials and structures that sense and react to environmental conditions and stimuli. It is expected that smart textiles will have very big potential and constitute most important part of textile sector at future.

Therefore this study has been purposed to investigate Smart Textiles that is very important and very new subject for Turkey's Textile Industry.

In this study, smart textiles have been classified according to production techniques and under this classification smart textile's products have been explained in general.

**Key Words :** Smart Textiles, Multi-functional Textiles, Wearable Computer.

#### Giriş

Akıllı tekstiller, normal tekstil ürünlerinin doğal atmosfer şartlarından koruma ve süsleme özelliklerine ilave olarak herhangi bir etkiyi (ışık, ısı, basınç, elektromanyetik dalgalar, ses ve ses ötesi dalgalar, hareket vs.) veya etki değişikliğini algılama ve buna bir tepki verme özelliğine sahip olan tekstil ürünleridir. Bunlarda algılama yanı "sensör" işlevini gerçekleştiren kısım yanında, birde tepkiyi gerçekleştiren "uygulayıcı" bir kısım bulunmaktadır. Örneğin, kolaylıkla faz değiştiren maddeler (PCM) içeren mikrokapsüller aplik edilmiş bir kumaştaki PCM, çevredeki sıcaklık farklılığına göre faz değiştirerek, bu sıcaklık değişimlerinin kumaşın altında kalan cisimlere (örneğin vücuda) etki etmesini

---

\* Yüksek Lisans Tezi – MSc. Thesis

önlemekte ve böylece kumaşın altında kalan cismin hep aynı sıcaklıkta kalmasını sağlamaktadır.

Bir de çok (tam) akıllı tekstiller vardır ki, bunlar bir dış etki değişikliğini algıladıktan sonra, değerlendirip ona göre farklı tepkiler gösteren tekstil ürünleridir. Bunlarda sensör ve uygulayıcılara ilave olarak bir bilgi işlemci ve bunlara enerji sağlayan jeneratör (örneğin vücut sıcaklığıyla dış ortam sıcaklığı arasındaki farklılık ile çalışan termojeneratör) veya güneş pili ve bir de bütün bunlar arasındaki iletişimi sağlayan teller (örneğin fiberoptik veya iletken filament iplikler) bulunmaktadır. Başlangıçta daha ziyade tıp alanı, bebekler, yaşlılar ve özürülüler gibi bakıma muhtaç kişilerle askeriye ve uzay yolcuları için önem taşıyacak olan akıllı giysilerin, zaman içerisinde insanların normal giysileri haline geleceği kesindir(Tarakçıoğlu, 2002).

Akıllı tekstiller, teknik tekstiller içerisinde katma değeri en yüksek ve ileri teknoloji kullanılan alanlarından birisidir. Akıllı tekstiller tıbbi tekstiller, koruyucu ve askeri teknik tekstiller, taşımacılık teknik tekstilleri gibi birçok alanın kapsamına giren ancak yüklendikleri işlev ve yapıları itibarıyla ayrı bir kategoride değerlendirilen bir gruptur. Akıllı tekstillerin önemli bir kısmı günümüzde daha çok prototip üretimi aşamasında bulunmaktadır. Akıllı tekstiller, tekstil teknolojisi ve sentetik elyaflardaki gelişmelerle birlikte malzeme bilimi, tasarım, elektronik ve bilgisayar mühendisliği, tıp gibi disiplinler arası bir çalışma sonucu ortaya çıkmıştır. Son bir kaç yıl içerisinde akıllı tekstiller tekstil ve hazır giyim sektörleri içerisinde önemli bir yer edinmeye başlamıştır. Gelecekte de akıllı tekstillerin değer yönünden tekstil ve hazır giyim sektörünün en önemli bölümünü oluşturacağı tahmin edilmektedir(Emek, 2004).

Akıllı tekstillerle ilgili bir çok sınıflandırma şekli mevcut olup, bu çalışmada üretim tekniklerine/elde edilme yöntemlerine göre sınıflandırma yapılmış ve bu sınıflandırma altında akıllı tekstil örneklerinden bahsedilmiştir. Akıllı tekstillerin üretim tekniklerine göre sınıflandırılması şu şekildedir:

- Faz değiştiren materyallerden (PCM) elde edilen akıllı tekstiller,
- Biçimsel hafızalı materyallerden (SMM) elde edilen akıllı tekstiller,
- Kromik materyallerden elde edilen akıllı tekstiller,
- Elektronik / İletken tekstillerden, elyaflardan elde edilen akıllı tekstiller,
- Diğer akıllı tekstiller(Norstebo, 2004).

### **Akıllı Tekstiller ve Genel Özellikleri**

#### **Faz değiştiren materyallerden elde edilen akıllı tekstiller**

Faz değiştiren materyaller, tekstil endüstrisinde ; giysileri zorlu çevre şartlarına uygun hale getirmek için kullanılmaktadırlar. Faz değiştiren materyallerle elde edilmiş giysiler, giyen kişiyi ıslak ortamlardan, yüksek sıcaklıktan, soğuktan, yüksek voltajdan, zehirli kimyasallardan, biyolojik toksinlerden ve nükleer radyasyondan koruyabilmektedirler.

Bu giysiler genellikle, sıradışı sporlarda, askeri alanlarda, kurşun geçirmez ceketlerde ve diğer profesyonel alanlarda kullanılmaktadır.

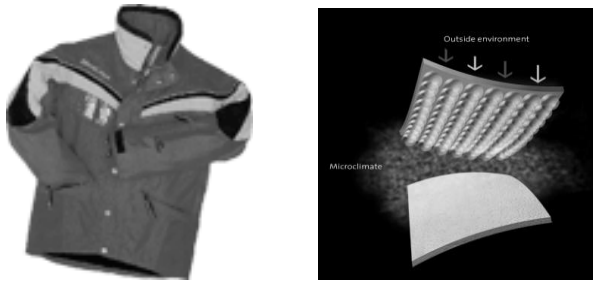
Bu ürünler, giyeni her şartta rahat ettirmek için üretilmektedirler (www.fibre2fashion.com/industry-article.htm, 2006).

Faz değiştiren materyallerin ısınma ve soğuma davranışı incelendiğinde sıcaklık artışı ile birlikte malzemenin ısı absorbe ettiği , aksi durumda ise ısıyı dış ortama verdiği görülür. PCM'nin erime ile donma/kristalleşme sırasında sıcaklıkları sabittir. Bu prensipten hareketle bir PCM, diğer malzemelere nazaran daha fazla ısı absorbe eder. Tekstil malzemelerine entegre edilen PCM'ler sadece birkaç mikrometrelik küreler (mikro-kapsüller) içine yerleştirilmişlerdir. PCM mikrokapsüller olarak adlandırılırlar(Balcı, 2006).

Bu mikrokapsüller, dokuma kumaşlara, örme kumaşlara ve dokusuz yüzeylere uygulanabilmektedir. Mikrokapsüller kumaş yapısına birden fazla yöntemle apliedilebilirler. Bu yöntemler ; emdirme esasına göre aplikasyon, çektirme esasına göre aplikasyon, püskürtme, laminasyon v.b. gibidir. (www.fibre2fashion.com/industry-article.htm, 2006).

PCM'ler ısı düzenleme amaçlı olarak kullanılırlar. Giysi içerisine yerleştirilen PCM'ler vücuttan yayılan veya emilen ısı enerjisini aktif bir şekilde dengeleyerek dış ortam ile insan vücudu arasında yalıtkan bir tabaka oluştururlar (Balcı, 2006).

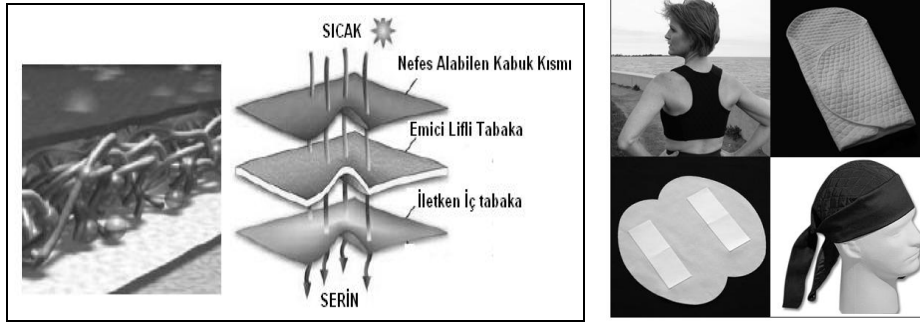
Faz değiştiren materyallerden elde edilen akıllı tekstil ürünleri şu şekildedir: *Vücut sıcaklığını düzenleyen giysiler* : Bu giysiler; insanın vücut sıcaklığını etkili bir şekilde düzenleyerek, vücut ısını, giyen kişinin rahat edebileceği bir sıcaklık aralığında tutmaktadır. Vücut sıcaklığını düzenleyen giysilerle ilgili olarak, bir çok firma bu alanda araştırma-geliştirme çalışmaları yapmakta olup; Outlast® adında ki firma bunlardan birisidir.Outlast® teknolojisi kullanarak elde edilmiş giysiler; bazen ısıyı absorblayarak, bazen depolayarak, bazen dağıtarak, bazen de serbest bırakarak giyen kişinin vücut sıcaklığını rahat edebileceği şekilde düzenler, yeniden kullanır (Jose, 2005 ; www.outlast.com, 2007).



**Şekil 1.** Vücut sıcaklığını düzenleyen giysiler/kumaşlar (www.outlast.com, 2007)

*Serinletme fonksiyonuna sahip olan giysiler* : Yüksek sıcaklıktaki ortamlarda bu kumaştan yapılmış giysiyi giyen kişi aktif olarak serinletilmekte ve vücut sıcaklığı korunmaktadır. Giyen kişinin serinlemesi buharlaştırma yoluyla sağlanmaktadır. Bu giysilerin elde edildiği kumaş çok katlı bir yapıya sahip olup, üç tabakadan

oluşmaktadır. Bu teknoloji ile elde edilmiş giysiler; genelde çalışırken vücut ısıları aşırı yükselen çalışanlar için idealdir. Özellikle bu teknolojiye sahip olan yelekler daha çok kullanılmakta olup spor giysileri, bandanalar, serinleten bebek battaniyeleri, vücudun bazı bölgelerinde terlemeyi engellemek için kullanılan pedler gibi kullanım alanları da bulunmaktadır(www.bodyteq.com, 2007).

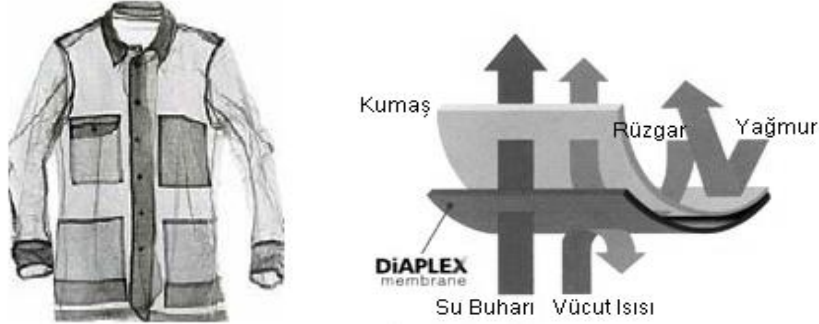


**Şekil 2.** Serinletme fonksiyonuna sahip olan giysiler/kumaşlar  
(www.bodyteq.com, 2007)

#### **Biçimsel hafızalı materyallerden elde edilen akıllı tekstiller**

Biçimsel hafızalı materyaller (Shape Memory Materials), o an buldukları şekilden, daha önce belirlenmiş bir şekle, (genellikle ısı sebebiyle) form değiştirerek geçerler. Bu tür malzemeler, aşırı sıcak veya soğuk ortam şartları karşısında yalıtım ve koruma özelliğinin artırılması amacıyla kullanılmaktadır. Konfeksiyon ürünlerindeki SMM'ler aktive edildiğinde giysi katmanları içerisinde birbirine yakın olan tabakaların aralarındaki boşluklar artar. Böylece dış ortam ile vücut arasında sıcaklık kaybını önleme amacıyla bir bariyer tabaka oluşturulması amaçlanır. Hem PCM, hem de SMM'ler kişinin fiziksel aktivitesi ve içinde bulunduğu ortam şartlarına (sıcaklık, nem, vb.) bağlı olarak tepki vermektedir (Balcı, 2006). Biçimsel hafızalı materyallerden elde edilen akıllı tekstil ürünleri şu şekildedir:

*Isıya karşı duyarlı giysiler* : Bu giysiler konvansiyonel giysilerden farklı olarak hava şartlarına göre uyum sağlamakta ve tekstilde örtme faktörü olarak bilenen özelliklerini değiştirebilmektedirler. Diğer bir deyişle bu akıllı tekstiller, sıklıklarını, hava geçirgenliklerini, giysi halindeki formlarında kol, bacak vs. uzunluklarını değiştirebilmekte, giyeni mevsim şartlarına göre en uygun durumda hazırlayabilmektedirler. Bu konuyla ilgili olarak araştırmalarını sürdüren firmaların, önemli çalışmalardan bazılarının ticari isimleri; Diaplex®, Oricalco® ve SmartSkin™' dir. Ve bu çalışmaların hepsinin temelini, termal şekil hafızalı materyallerden dokunmuş kumaşlar oluşturmaktadır(Jose, 2005).



**Şekil 3.** Isıya karşı duyarlı giysiler/kumaşlar  
(www.diaplex.com, 2006 ; www.gzespace.com/Oricalco.html, 2007)

#### **Kromik materyallerden elde edilen akıllı tekstiller**

Uzun yıllardan beri yapılan araştırma, geliştirme ve tüketici taleplerine daha iyi cevap verebilmek adına ortamın sıcaklığına ve çevresel faktörlere bağlı olarak renk değiştiren tekstiller üretilmiştir. İşte bu değişim kromik malzemeler sayesinde elde edilmektedir. Kromik materyaller , dış etkenler sonucu renk değiştiren, rengi yok olan ve renk yayan materyallerdir. Bu grupta değerlendirilen akıllı yapıların reaksiyona başlangıç etkilerine göre aldıkları isimler aşağıdaki gibi sıralanmaktadır(Anbumani, 2006).

- Termokromik materyaller; ısı etkisiyle,
- Fotokromik materyaller; ışık (ultraviyole ışınlar dahil) etkisiyle,
- İyonokromik materyaller; pH değerinin etkisiyle,
- Elektrokromik materyaller; elektrik enerjisinin etkisiyle,
- Piezokromik materyaller; basınç etkisiyle,
- Solventkromik materyaller; sıvı etkisiyle,
- Carsolkromik materyaller; elektrik ışınlarının etkisiyle renk değiştirmektedir.

Daha çok fotokromik ve termokromik materyaller kullanım alanı bulmaktadır. Firmaların üretmiş olduğu fotokromik ve termokromik boyalarla, tekstil materyali boyama veya baskı yöntemiyle renklendirilmektedir. Elde edilen tekstiller ısıya ve ışığa karşı tepki vererek renk değiştirmektedir.



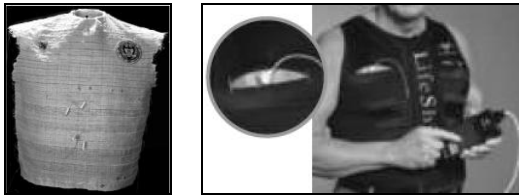
**Şekil 4.** Ultraviyole ışınların etkisine bağlı olarak renk değiştiren giysiler (www.aol.com, 2007)

#### **Elektronik/iletken tekstillerden, elyaflardan elde edilen akıllı tekstiller**

Son yıllarda özellikle elektronik fonksiyonlara sahip akıllı giysiler, giyilebilir bilgisayarlar gibi ürünler giderek daha da popüler hale gelmiştir. Doğal kaynaklı tekstil malzemelerinin elektriği iletmemesi, sentetik liflerin hammaddesi olan polimerlerin organik kombinasyonlarının da elektrik akımını iletebilmesi için gerekli olan serbest elektronları sağlayamaması sebebiyle bu amaçla tekstil materyallerinin iletkenlik özellikleri konusunda nanoteknolojik çalışmalar yoğunlaşmıştır (Balcı, 2006).

Gerek nanoteknolojik çalışmalar sonrasında elde edilmiş iletken elyaflar gerekse de tekstil yapılarında kullanılabilen bazı iletken teller yardımıyla akıllı tekstiller yapılabilmektedir. Bu akıllı tekstil ürünleri şu şekildedir:

*İnsan vücudunun hayati sinyallerini tespit eden giysiler* : Bu giysiler temel olarak insanın hayati sinyallerini (nabız, tansiyon, ateş vs. gibi) ölçüp görüntüleyebilmekte ve gerekli yerlerle çift taraflı iletişim kurabilmektedir. İletişim radyo dalgaları vasıtasıyla yapılmaktadır. Sistem üzerinde; çeşitli ısı, basınç vs. algılayıcılar, sensörlerden gelen bilgileri değerlendiren bir işlemci, bir görüntü elemanı ve bağlantıları sağlayan iletken, optik elyaflar bulunmaktadır. Çalışma prensibi ise şu şekildedir: Sensörlerden gelen sinyaller, giysi üzerindeki çok fonksiyonlu bir işlemci tarafından değerlendirilerek işlenmektedir. Değerlendirilen sonuçlar, görüntü elemanından görülebilmektedir. Bu sistem daha çok askeri personel, itfaiyeci, sağlık ve kurtarma ekipleri ile polisler için geliştirilmiştir (Jose, 2005).



**Şekil 5.** Hayati sinyalleri tespit eden giysiler (Hightex, 2005)

*Temasa-dokunulmaya karşı duyarlı kumaşlar* : Günümüzde artık arabirim olarak kullanılan cihazlar tekstil yapılarından üretilebilmektedir. Yani arabirim olan cihazlar artık katlanabilir, esneyebilir bir yapıya kavuşmuşlardır. Bu akıllı tekstil yapıları dokunulmaya(basınca) karşı duyarlı bir yapıya sahiptirler. Başka bir deyişle bu kumaş yapısı,neresine basıldığını ve ne şiddette basıldığını belirleyebilmektedir. Bunu yapısında bulundurduğu basit elektronik parçalar(sensörler vs.) ve bir yazılım sayesinde yapabilmektedir. Elde edilen kumaş yapıları arabirim olarak kullanılmalarının dışında, yine üzerinde elektronik aksam taşıyan giysilere entegre olarak kullanılmaktadırlar. (www.eleksen.com, 2005).



**Şekil 6.** Temasa-dokunulmaya karşı duyarlı kumaşlar  
(www.eleksen.com, 2005 ; www.softswitch.com, 2005)

*Giyilebilir bilgisayarlar* : Günümüzde giysilerin daha ziyade giyeni iklimsel dış etkilerden koruma ya da estetik gösterme gibi birkaç tane basit fonksiyonu olduğu bilinmektedir. Ancak tekstil ürünleri hızlı bir gelişim trendi içindedir. Bu gelişmeler sayesinde şimdilerde giysiler, bilgileri kaydetme, depolama, başkalarına gönderme ve görüntüleme gibi özelliklere sahiptirler. Yani giysilerde, yetenekli giysiler diğer bir deyişle akıllı giysiler adında yeni bir boyut açılmıştır. Ayrıca şimdiki yeni nesil giysiler, kullanıcının duyularını, hislerini artırabilmekte, gerçeğe bakış açısını geliştirebilmekte ve bilgilerin, kullanıcının istediği yerde ve zamanda kullanılmasını sağlamaktadır. Bu giysiler günümüzde inanılmaz derece gelişen elektronik sektörünün, giysilerle entegrasyonundan elde edilmektedir(Jose, 2005).

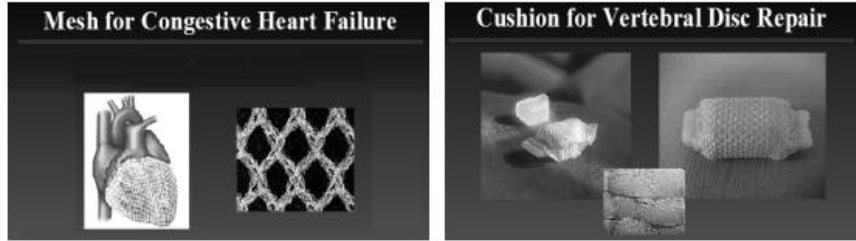


**Şekil 7.** Giyilebilir bilgisayarlar (Deguillement, 2003)

### **Diğer akıllı tekstiller**

Çalışmanın önceki kısımlarında diğer sınıflandırmalar altında verilmiş olan akıllı tekstiller grubuna girmeyen diğer akıllı kumaşlar-tekstillerden çalışmanın bu kısmında bahsedilmiştir. Bu akıllı tekstil ürünleri şu şekildedir:

Doku mühendisliği alanında kullanılan akıllı tekstiller : Doku mühendisliği, insan vücudunun hasar görmüş kısımlarının onarılması amacıyla dokular geliştirmek için yaşayan hücrelerle tekstil menşeli biomateryalleri birlikte kullanabilmektedir. Burada tekstil materyalleri, hücreli yapılara ve sonradan oluşacak doku yapılarına destek oluşturacak yapı iskelesinin oluşturulmasında kullanılmaktadır. Doku mühendisliğinin amacı; organ naklindeki büyük problemlere çözüm üretecek yollar bulmaktır. Tekstil menşeli yapı iskeleleri işte bu amaca hizmet için kullanılmaktadır. Genelde burada kullanılan tekstil yapısı, non-woven yapılar diye adlandırdığımız dokusuz yüzeylerdir. Tercihen biodegradable (biyolojik olarak bozunabilir, kaybolan) materyaller kullanılmaktadır. Çünkü bunlar kalıcı olmayan materyallerdir. Böyle bir yapının kullanılmasının sebebi ise şundan dolayıdır; Bu yapılar bir süre sonra vücut yapısında kaybolacak ve bu süreç içerisinde tekstil materyalinin yapı-iskelesi görevi gördüğü hücreler gelişerekten dokuları meydana getirecektir. Ve sonuç olarak tekstil yapısı ortadan kalkacak ve zarar görmüş yapı onarılmış olacaktır (Jose, 2005).



**Şekil 8.** Doku mühendisliği alanında kullanılan akıllı tekstiller (Jose, 2005)

*Moda alanında kullanılan akıllı tekstiller* : Akıllı tekstiller, gün geçtikçe hayatımızın her alanında sıkça karşımıza çıkmaya başlamıştır. Moda alanında artık akıllı tekstiller görülmektedir. Moda alanında kullanılan akıllı tekstillerden biriside ışıklandırmalı kumaş olan Luminex'dir. Luminex®, karanlıkta kendi ışığını yayan yeni bir kumaş çeşididir. Yüksek enerjili fizik deneyleri için geliştirilen çok küçük, esnek optik lifler sıradan kumaşa içine dokunmuştur. Güç, giysi içine dikilen bir pilden gelmektedir. Luminex® sahne kostümlerinden, el çantalarına, perdelere ve giysilere kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır (www.luminex.it, 2007).





**Şekil 9.** Moda alanında kullanılan akıllı tekstiller (www.luminex.it, 2007)

### **Sonuç ve Öneriler**

Türk Tekstil sektörünün, şuan içinde bulunduğu Uzakdoğulu rakipleri ile maliyetler yönünden rekabet edememe sıkıntısını aşması açısından akıllı tekstillere yönelmesi büyük önem arz etmektedir. Ayrıca, akıllı tekstillerin son zamanlarda gündeme sıkça gelmesi, öneminin kavranması ve bu yönde ileride güçlü bir talebin oluşacağı beklentisi nedeniyle ülkemizde bu alana girecek firma sayısında artışların olması gerekmektedir.

Fakat bu aşamada; Türk Tekstili, Avrupalı ve Amerikalı rakiplerine göre hem üniversitelerde akıllı tekstiller alanındaki eğitim-öğretimin ve araştırma-geliştirmenin yetersiz olması, hem de bu alanda yatırım yapmak isteyenlerin konuyu sadece ana hatlarıyla bilip, gerekli bilgi, donanımlara ulaşamaması ve bu konuda eğitilmiş mühendisleri bulamaması açısından çok geridedir.

İşte yapılan bu çalışmanın; Akıllı Tekstiller sektörüne azda olsa ışık tutması amaçlanmıştır.

Bundan sonra yapılacak çalışmaların, gelişen teknolojiye ayak uydurması ve insanoğlunun elektronik alanlara duyduğu büyük ilgi açısından, elektronik tekstiller adıyla bilinen tekstil teknolojisi ile elektronik teknolojisinin entegrasyonu sonucu oluşan akıllı tekstillerle ilgili ve de ürün elde etme odaklı yapılması, gerek Türk Tekstil Sektörü açısından gerekse de çalışmayı yapana getireceği maddi ve manevi tatmin açısından çok önemlidir.

Elektro-tekstiller ve giyilebilir bilgisayar teknolojilerinin yanında, askeri ve tıbbi alanlarda kullanılacak akıllı tekstillerde de büyük ve önemli gelişmelerin yaşanacağı ve bu alanda yatırım yapmış/yapacak ülkelerin büyük kazançlar elde edeceği kesin gibi gözükmektedir.

Akıllı tekstillerle ilgili olarak yatırımcılarında hevesli olup, konuya gerekli önemi vermeleri gereklidir. Konuyla ilgili çalışma yapan üniversiteler, özel sektör ve devlet tarafından maddi olarak desteklenmeli, üniversitelerde yapılan çalışmaların özel sektörde hayat kazanması süreci hızlandırılmalıdır.

Sonuç olarak, Türkiye de yıllarca ihracat rakamlarında ilk sırayı başka hiç bir sektöre kaptırmayan, şuan bile bulunmuş olduğu zor durumda yine de zirveyi zorlayan, insanımıza istihdam açısından kapılarını ardına kadar açan Türk Tekstil Sektörünün değişim süreci başlamalı, katma değeri yüksek ürünlere yönelmeli ve bu aşama da akıllı tekstillerin geliştirilmesi için gereken önem verilmelidir.

### Kaynaklar

- ASYUINISTA, Akıllı sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu, İstanbul.
- ANBUMANI, N., 2006. Intelligent Textiles, The Next Generation Textiles. PSG College of Technology, Coimbatore.
- BALCI, H., 2006. Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller, Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- DEGUILLEMENT, D., 2003. Bio Medical Clothes, Smart Textile. Minatec, Institut Français Textile Habillement, France.
- EMEK, A., 2004. Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve İhraç İmkanları. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracat Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.
- HIGHTEX 2005, İstanbul Uluslar arası Teknik Tekstiller ve Nonwoven Fuarı Tanıtım Katalogu.
- JOSE A.G. , 2005. Advances in Technology: Smart & Engineered Textiles. Protective Clothing Research Group, Department of Human Ecology, University of Alberta.
- NORSTEBO, C.A., 2004. Intelligent Textiles, Soft Products. Norwegian University of Science and Technology, Department of Product Design NTNU, Norway.
- TARAKÇIOĞLU, I., 2002. Türk ve Dünya Tekstili. Tekstil İşveren Dergisi web sitesi, <http://www.tekstilisveren.org.tr/dergi/2002/aralik/34.html>
- ANONİM, 2007. Moda alanında kullanılan akıllı tekstiller. <http://www.luminex.it/>
- ANONİM, 2007. Serinletme fonksiyonuna sahip giysiler. <http://www.bodyteq.com/>
- ANONİM, 2007. Vücut sıcaklığını düzenleyen giysiler. <http://www.outlast.com/>
- ANONİM, 2007. Kromik materyallerden elde edilen akıllı tekstiller. <http://www.aol.com/>
- ANONİM, 2007. Faz değiştiren materyallerden elde edilen akıllı tekstiller. <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/>
- ANONİM, 2007. Isıya karşı duyarlı gömlek. <http://www.gzespace.com/Oricalco/>
- ANONİM, 2006. Isıya karşı duyarlı kumaşlar. <http://www.diaplex.com/>
- ANONİM, 2005. Basınca karşı duyarlı kumaşlar. <http://www.eleksen.com/>
- ANONİM, 2005. Basınca karşı duyarlı kumaşlar. <http://www.softswitch.com/>