

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Erman COŞKUN

AKILLI TEKSTİLLER VE GENEL ÖZELLİKLERİ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2007

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

AKILLI TEKSTİLLER VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Erman COŞKUN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 28/12/2007 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza:.....

Prof. Dr.
R. Tuğrul OĞULATA
DANIŞMAN

İmza:.....

Prof. Dr.
Osman BABAARSLAN
ÜYE

İmza:.....

Prof. Dr.
Melih BAYRAMOĞLU
ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZ YÜKSEK LİSANS TEZİ

AKILLI TEKSTİLLER VE GENEL ÖZELLİKLERİ

Erman COŞKUN

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman: Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Yıl : 2007, **Sayfa:** 104

Jüri : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Prof. Dr. Osman BABAARSLAN

Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU

Bu çalışma, ülkemiz tekstil sektörü açısından çok yeni olan ve sektörü şu anda bulunduğu zor durumdan çıkarabilecek akıllı tekstillere ışık tutmayı amaçlamıştır.

Çalışma kapsamında, öncelikle akıllı tekstillerin tanımı ve sınıflandırılması yapılmış, ardından, akıllı tekstillerin genel özellikleri, kullanım alanları, üretim teknikleri ve çalışma prensipleri, ürün bazında ele alınmıştır. Çalışmanın sonunda ise, akıllı tekstillerin sektör açısından önemi bir daha vurgulanmış olup, daha sonra yapılacak olan çalışmalarla ilgili tavsiyelerde bulunulmuştur.

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

ABSTRACT
MSc THESIS

SMART TEXTILES AND GENERAL FEATURES

Erman COŞKUN

UNIVERSITY OF CUKUROVA
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA

Year : 2007, **Page:** 104

Jury : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA
Prof. Dr. Osman BABAARSLAN
Prof. Dr. Melih BAYRAMOĞLU

This thesis has been purposed to investigate Smart Textiles which is very important and very new subject for Turkey's Textile Industry.

Firstly in this study, description of smart textile and classification of smart textiles have been explicated. And then general features of smart textiles, whose using fields, production techniques and how it works have been explained . End of the study, weight of smart textiles for textile industry has been emphasized one more and some advises has been given for coming other studies.

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

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının yürütülmesinde ve yapılmasında, bana gerekli bütün kolaylığı ve sabrı gösteren, benden hiçbir yardımını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana her türlü desteği veren ve sabrı gösteren eşim Tuba COŞKUN'a, annem Gülten COŞKUN'a ve babam Fazlı COŞKUN'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZ.....	I
ABSTRACT.....	II
TEŞEKKÜR.....	III
İÇİNDEKİLER.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tekstil Sektörünün Mevcut Durumu.....	2
1.1.1. Dünya da Tekstil Sektörünün Mevcut Durumu.....	2
1.1.2. Türkiye de Tekstil Sektörünün Mevcut Durumu.....	3
1.2. Tekstil Sektörünün Geleceği ve Eğilimleri.....	4
1.2.1. Çok Fonksiyonlu ve Akıllı Tekstiller.....	7
1.2.1.1. Akıllı Tekstillerin Dünya Tekstil Pazarındaki Yeri.....	9
1.2.1.2. Akıllı Tekstillerin Türk Tekstil Pazarındaki Yeri.....	10
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	12
3. MATERYAL VE METOD.....	15
3.1. Materyal.....	15
3.2. Metot.....	15
4. AKILLI TEKSTİLLER.....	16
4.1. Akıllı Tekstillerin Tanımı ve Sınıflandırılması.....	16
4.2. Akıllı Tekstillerin Üretim Teknikleri, Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	22
4.2.1. Vücut Sıcaklığını Düzenleyen Giysiler.....	23
4.2.1.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	23
4.2.1.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	25
4.2.2. Serinletme Fonksiyonuna Sahip Olan Giysiler.....	29
4.2.2.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	29
4.2.2.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	32
4.2.3. Görünmezlik Sağlayan Kamuflej Giysileri.....	36
4.2.3.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	36

4.2.3.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	39
4.2.4. Temasa, Dokunulmaya Karşı Duyarlı Kumaşlar.....	42
4.2.4.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	42
4.2.4.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	45
4.2.5. Nemi Algılayan Kumaşlar.....	47
4.2.5.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	47
4.2.5.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	48
4.2.6. Eğilmeye, Burulmaya Karşı Duyarlı Tekstiller.....	50
4.2.6.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	50
4.2.6.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	51
4.2.7. Elektro-Tekstiller ve Giyilebilir Bilgisayarlar.....	52
4.2.7.1. Üretim Tekniklerinin Temeli.....	52
4.2.7.2. İnsan Vücudunun Hayati Sinyallerini Tespit Eden Giysiler...	58
4.2.7.3. Giyilebilir Bilgisayarlar.....	61
4.2.7.4. Müzik Dinlenebilen Giyim Ürünleri.....	63
4.2.7.5. GPS(Global Positioning System) Entegre Edilmiş Giysiler...	65
4.2.7.6. Radyo Dalgaları İle İletişim Kurabilen Giysiler.....	66
4.2.7.7. Isıtma Fonksiyonlu Akıllı Giysiler.....	67
4.2.8. Isıya Karşı Duyarlı Giysiler.....	69
4.2.8.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	69
4.2.8.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	71
4.2.9. Kötü Koku Gideren, Güzel Koku Yayan Tekstiller.....	75
4.2.9.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	75
4.2.9.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	76
4.2.10. Çevresel Faktörlere Bağlı Olarak Renk Değiştiren Akıllı Tekstiller.....	80
4.2.10.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları.....	80
4.2.10.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi.....	82
4.2.11. Diğer Akıllı Kumaşlar, Tekstiller.....	84

	<u>Sayfa</u>
4.2.11.1. Doku Mühendisliği Alanında Kullanılan Akıllı Tekstiller...	84
4.2.11.2. Çabuk Kuruyan ve Nefes Alabilen Kumaşlar.....	86
4.2.11.3. Güneş Panelli Ceket.....	88
4.2.11.4. Özel, Esneyebilen Emniyet Kemerleri.....	90
4.2.11.5. Moda Alanında Kullanılan Akıllı Tekstiller.....	91
4.2.12. Uzay Giysileri.....	93
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	96
KAYNAKLAR.....	98
ÖZGEÇMİŞ.....	101

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Türk Tekstil ve Hazır Giyim Sanayi İçin Uzun Vadeli Yol Haritası.....	5
Şekil 4.1. Akıllı Tekstiller.....	17
Şekil 4.2. Vücut Sıcaklığını Düzenleyen Giysiler.....	23
Şekil 4.3. Outlast® Teknolojisinin Günümüzdeki Kullanım Yerleri.....	24
Şekil 4.4. Vücut Sıcaklığını Düzenleyen Giysilerin Sağladığı Isı Dengesinin Termal Olarak Görüntülenmesi.....	25
Şekil 4.5. Tekstil Yüzeyine Aplike Edilmiş Mikrokapsüllerin Mikroskop Altındaki Görüntüsü.....	26
Şekil 4.6. Viskon Lifinin Yapısına Katılmış Mikrokapsüllerin Mikroskop Altındaki Görüntüsü.....	26
Şekil 4.7. Vücuttan Yayılan veya Emilen Isı Enerjisini Dengelenmesinin Şematik Görünümü.....	27
Şekil 4.8. Outlast'ın Termocules® Teknolojisi.....	27
Şekil 4.9. Termocules® Teknolojisinin Çalışma Prensibi.....	28
Şekil 4.10. Hydroweave® Teknolojisi Kullanılarak Elde Edilmiş Bazı Giysiler...	30
Şekil 4.11. Hydroweave® Teknolojisi ile Elde Edilmiş Kumaşların Diğer Kullanım Alanları.....	30
Şekil 4.12. Hydroweave® Teknolojisi Kullanılarak Elde Edilmiş Giysinin, Giyildiği ve Giyilmediği Durumlarda Vücut Sıcaklığının Durumu.....	31
Şekil 4.13. Hydroweave® Teknolojisi Kullanılarak Elde Edilmiş Giysinin, Giyildiği ve Giyilmediği Durumlarda Çalışma Zamanlarının Karşılaştırılması.....	31
Şekil 4.14. Hydroweave'in Kumaş Yapısı.....	32
Şekil 4.15. Hydroweave'in Kullanım Performansı ve Randımanı.....	35
Şekil 4.16. Tokyo Üniversitesinde Geliştirilmiş Görünmezlik Sağlayan Giysi.....	36
Şekil 4.17. Görünmez Yapan Giysi.....	37
Şekil 4.18. Retro-Reflective Materyallerden Üretilmiş Kumaşların Kullanım Alanları.....	38

Şekil 4.19. Retro-Reflective Materyallerin, Diğerlerinden Farklı Yansıtma Özelliği.....	39
Şekil 4.20. Işığın Geri Aksettirici Materyaller Kullanarak Elde Edilen Giysi.....	40
Şekil 4.21. Görünmez Giysiler.....	40
Şekil 4.22. Görünmez Giysilerin Çalışma Prensibinin Şematik Görünümü.....	41
Şekil 4.23. Elektronik Cihazlarda Klavye Olarak Kullanılan Akıllı Tekstiller.....	42
Şekil 4.24. Televizyon Kumandası Olarak Kullanılan Akıllı Tekstiller.....	43
Şekil 4.25. Joypad Veya Mouse Olarak Kullanılan Akıllı Tekstiller.....	43
Şekil 4.26. Temasa, Dokunulmaya Karşı Hassas Kumaşlar.....	44
Şekil 4.27. Temasa, Dokunulmaya Karşı Hassas Çok Katlı Kumaş Yapısının Şematik Görünümü (ElekTex™).....	45
Şekil 4.28. Dokunulmaya Karşı Hassas Kumaşın, Çok Katlı Yapısının Görüntüsü.....	46
Şekil 4.29. Nemi Algılayan Kumaş.....	47
Şekil 4.30. Nemi Algılayan Kumaşların Yapısının Şematik Görünümü.....	48
Şekil 4.31. Nemi Algılayan Kumaş.....	49
Şekil 4.31. Eğilmeye, Burulmaya Karşı Duyarlı Tekstiller.....	50
Şekil 4.32. Eğilmeye, Burulmaya Karşı Duyarlı Tekstiller.....	50
Şekil 4.33. Eğilmeye, Burulmaya Karşı Duyarlı Kumaş Yapısının ve Zorlanma Karşısındaki Davranışının Şematik Gösterimi.....	51
Şekil 4.34. Elektroiletken Bileşiklerin Tozuyla Doldurulmuş Polimerler.....	54
Şekil 4.35. Metalize Akrilik Liflerinin Mikroskopik Görüntüsü.....	56
Şekil 4.36. İşlemciler Arasında Bağlantıyı Sağlayan İletken Elyafının Kumaş Yapısındaki Gömülmüş Şekli.....	57
Şekil 4.37. Hayati Sinyalleri Tespit Eden Giysiler (Smart Shirt).....	58
Şekil 4.38. Hayati Sinyalleri Tespit Eden Giysiler (Smart Shirt).....	59
Şekil 4.39. Hayati Sinyalleri Tespit Eden Giysiler(LifeShirt).....	60
Şekil 4.40. Bebekler için Akıllı Tulum.....	60
Şekil 4.41. Akıllı Tulumun Yapısı.....	61
Şekil 4.42. Giyilebilir Bilgisayar Örnekleri.....	62

Şekil 4.43. Müzik Dinlenebilen Ceket.....	63
Şekil 4.44. Müzik Dinlenebilen Ceketin Yakından Görünümü.....	64
Şekil 4.45. GPS Entegre Edilmiş Giysi.....	65
Şekil 4.46. GPS Entegre Edilmiş Giysi.....	65
Şekil 4.47. Radyo Dalgaları İle İletişim Kurabilen Giysi.....	66
Şekil 4.48. Isıtıcı Bir Giysi Prototipi.....	68
Şekil 4.49. Akıllı Gömlek.....	70
Şekil 4.50. Isıya Karşı Duyarlı Giysiler.....	72
Şekil 4.51. Diaplex® / Kumaş Ürününün Kesit Görünüşü.....	73
Şekil 4.52. Düşük Sıcaklıkta Polimer Molekül Yapısı.....	73
Şekil 4.53. Çevre Isısı Arttığında Molekül Yapısı.....	74
Şekil 4.54. Diaplex® Membran Zarın Geçirgenliğinin Isıya Karşı Durumu.....	74
Şekil 4.55. Mikrokapsüllerin Elektron Mikroskobu Altındaki Görünümleri.....	76
Şekil 4.56. Mikrokapsüller.....	77
Şekil 4.57. Fulara(Emdirme Prensibine Göre) Cyclofresh™ ile Kumaşın Muamelesi.....	78
Şekil 4.58. Cyclodekstrin Molekülünün Ter Kokusunu Giderme Mekanizması.....	79
Şekil 4.59. Cyclodekstrin Molekülünün Güzel Koku Yayma Mekanizması.....	79
Şekil 4.60. Ultraviyole Işınlardan Etkisine Bağlı Olarak Renk Değiştiren Giysiler..	81
Şekil 4.61. Ultraviyole Işınlardan Etkisine Bağlı Olarak Renk Değiştiren Giysiler..	81
Şekil 4.62. Termokromik ve Fotokromik Boyarmaddelerle Elde Edilmiş Kumaş.	83
Şekil 4.63. Elektrokromik Boyalarla Elde Edilmiş Tekstiller.....	83
Şekil 4.64. Doku Mühendisliği Alanında Tekstillerin Kullanımı.....	84
Şekil 4.65. Tekstil Materyallerinin (Ağ Şeklindeki) Kalpteki Hasarların Giderilmesi İçin Kullanımı.....	85
Şekil 4.66. Tekstil Materyallerinin Omurdaki Disk Hasarlarının Giderilmesi İçin Kullanımı.....	85
Şekil 4.67. 3XDRY Kumaşın Kuruma Süresinin Karşılaştırılması.	86
Şekil 4.68. 3XDRY Kumaşın Özellikleri.....	87
Şekil 4.69. 3XDRY Kumaşın Kullanıcıya Getirdiği Faydalar.....	87

Sayfa

Şekil 4.70. Güneş Panelli Ceket.....	88
Şekil 4.71. Güneş Panellerinden Elde Edilen Enerjinin, Ceket Üzerinde Bulunan Cihazlarda Kullanılması.....	89
Şekil 4.72. Özel, Esneyebilen Emniyet Kemerleri.....	90
Şekil 4.73. Luminex Kumaşdan Elde Edilmiş Elbise.....	91
Şekil 4.74. Luminex Kumaşdan Elde Edilmiş Diğer Tekstil Ürünleri.....	91
Şekil 4.75. Hussein Chalayan'ın Airplane Giysisi.....	92
Şekil 4.76. Uzak Giysileri.....	94

1. GİRİŞ

İnsan hayatının devamında duyulan ihtiyaçların çok ve çeşitli olduğu herkesin bildiği bir gerçektir. Bu ihtiyaçlardan ilki beslenmedir. Daha sonra çevrenin etkilerinden korunmak üzere barınma ve örtünme ihtiyaçları gelir.

İnsanların, beslenme ve barınma yanında üçüncü temel ihtiyacı olan örtünmede, hayvan postlarının yerine tekstil yüzeylerini kullanmaya başlamasının tarihi Milattan birkaç bin yıl öncesine kadar uzanmaktadır. Bu uzun yolculukta tekstil ürünlerinde meydana gelen ve gelebilecek olan en önemli değişiklikler şöyledir:

- ± Başlangıçta sadece insanları örtmede ve süslemede kullanılan tekstil ürünlerinin, sonraları evlerimizi ve evlerimizde kullandığımız eşyaları örtmede ve süslemede de kullanımı artmaya başlamış ve "ev tekstilleri" dediğimiz büyük bir alt sektör ortaya çıkmıştır.
- ± Zamanla, başlangıçta urgan, halat, çuval, yelken bezi, keçe ... gibi kısıtlı miktar ve kullanım yerine sahip olan teknik tekstillerin kullanım yerleri, ziraattan-inşaata, her türlü taşıt ve taşıma aracından savunma sanayine, sağlık sektörüne kadar geniş bir alana yayılmış ve şu anda bile Dünya'da kullanılan elyafın % 25'i teknik tekstiller sektöründe kullanılır hale gelmiştir.
- ± Önümüzdeki 15-20 yıl için beklenen ise teknik tekstillerin miktarının ve öneminin çok daha fazla artmasıdır. Bu arada, tekstil elyaf ve malzemelerini diğer polimer ve/veya malzemelerle karıştırarak, bir araya getirerek oluşturulan kompozit malzemelerin önemi büyük ölçüde artacaktır.
- ± Gelecekte giyenlere, kullananlara örtme ve süslemenin yanında, başta sağlık, güvenlik ve enformasyon alanlarında olmak üzere, başka hizmetler de sunabilen çok fonksiyonlu akıllı (interaktif) tekstil ürünlerinin üretimi ve kullanımı artacaktır [Tarakçıoğlu, 2002].

1.1. Tekstil Sektörünün Mevcut Durumu

Tekstil ve Konfeksiyon sanayi, sağladığı istihdam imkanı, üretim sürecinde yarattığı katma değer ve uluslararası ticaretteki ağırlığı nedeniyle ekonomik kalkınma sürecinde önemli rol oynayan bir sanayi dalı olagelmıştır. Gelişmiş ülkelerin 18. yüzyılda gerçekleştirdikleri sanayileşme sürecine damgasını vuran tekstil ve daha sonra hazır giyim sanayi, günümüzde de gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınmalarında benzer bir rol oynamaktadır. Tekstil, gelişmiş pazar ekonomilerinde de yaratılan katma değer sıralamalarında, yüksek teknoloji sektörlerinin ağırlığına rağmen, ilk sıralarda yer almaktadır [Atılğan, 2001].

1.1.1. Dünya da Tekstil Sektörünün Mevcut Durumu

Tekstil sektörüne dünya genelinde bakıldığında öne çıkan belli başlı eğilimler, dünya tekstil ticaretinin ve rekabetin artacağı, giyim sanayi üretiminin işgücü maliyetlerinin düşük olduğu ülkelere kayacağı yönündedir.

Tekstil ve hazır giyim ticareti, uluslararası ticaretteki global kısıtlamalara rağmen, üretimin önünde gelişmektedir. Gelişmekte olan ülkeler tekstil ve hazır giyim üretim ve ticaretinde gelişmiş ülkelere kıyasla paylarını artırmaktadırlar. Gelişmiş ülkeler tekstil üretiminde söz sahibi olmaya devam ederken, giyim sanayi üretimi işgücü maliyetlerinin düşük olduğu ülkelere geçmektedir.

Bu gözlemler ışığında Tekstil ve Konfeksiyon Sanayine dünya genelinde bakıldığında, 1980’li yıllarda 450 milyar dolar dolaylarında tahmin edilen dünya tekstil üretiminin günümüzde 530 milyar dolar boyutuna ulaştığı; tüketimin bir yandan artan nüfus, diğer yandan gelişen öznel tüketim (kişi başına tüketim) ile artış eğilimini sürdürdüğü izlenmektedir.

1980-2000 yılları arasında Tekstil üretimi Asya kıtasında yaklaşık %100, Amerika kıtasında %75 kadar artmış; Avrupa’da ise %33 kadar gerilemiştir. Çarpıcı sonuç: 1980’de tekstil üretiminin yaklaşık yarısını gerçekleştiren Avrupa’nın payı %30 dolaylarına düşmüş; aynı dönemde Asya ülkelerinin payı % 25’den %35-40 dolaylarına yükselmiştir. Amerika kıtası da dünya tekstil üretimindeki payını son

çeyrek yüzyılda %20'lerden %25-30 dolaylarına yükseltmeyi başarmıştır. Önümüzdeki yıllarda Çin dahil Asya ülkelerinin paylarını, diğer bölgeler aleyhine arttırmaya devam ettirmeleri beklenmektedir.

1980 yılında 96 milyar Dolar dolaylarındaki dünya tekstil ve konfeksiyon ticaretinin günümüzde 395 milyar Doları aştığı bilinmektedir. Dünya ticaretindeki hızlı artış eğiliminin devam etmesi beklenmektedir.

Ülke gruplarına bakıldığında, 1990'lı yıllara kadar Batı Avrupa ülkeleri en büyük tekstil ihracatçısı konumundayken, 21. yüzyılda Asya ülkelerinin dünya tekstil ticaretinin yaklaşık %45'ini gerçekleştirdiğini, Avrupa ülkeleri payının ise %33 dolaylarına gerilediği izlenmektedir [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2003, www.dtm.gov.tr, 2007].

1.1.2. Türkiye de Tekstil Sektörünün Mevcut Durumu

Türkiye de tekstil sektörü ürün kalitesi ve üretim teknolojisi itibariyle çağdaş dünya standartlarındadır. Üretiminin yaklaşık ¾'ü on yaşından daha genç makine ve teçhizatla gerçekleştirilmektedir.

Türkiye, kurulu kapasite iğ sayısı itibariyle dünya'da altıncı; rotor sayısında ise dördüncü sıradadır. Türkiye iğ sayısında dünya kapasitesinin %3,4'üne, rotor sayısında ise %5,5'ine sahiptir. Avrupa Birliği'nde kurulu kapasitenin yaklaşık yarısı Türkiye'dedir. Karşılaştırma pamuk tipi kısa elyaf alt sektörüyle sınırlandırılırsa, Türkiye'de kurulu kapasite tek başına AB kurulu kapasitesine denk boyuttadır. Dokuma ve örgü kumaş üretiminde, yaşlı mekikli tezgahlar dikkate alınmasa dahi, kurulu dokuma kapasitesi AB toplamının ¼'dür. Kumaş işleme (terbiye) kapasitesi kurulu ham bez üretim kapasitesini (dokuma + örgü) rahatlıkla işleyecek seviyededir. Terbiye (boya, baskı, apre) sanayimiz gerek boyutu ve teknoloji düzeyi, gerekse ürün kalitesi açısından AB kurulu kapasitesine en azından denk düzeydedir.

Türkiye, tekstilde Avrupa'nın en büyük (birinci), dünya'nın on dördüncü tedarikçisidir [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2003].

1980 yılında 671 milyon dolar değerinde tekstil (elyaf, iplik, kumaş) ihracatı yapılırken, 2006 yılına gelindiğinde bu rakam 6 milyar doları aşmıştır. En fazla tekstil ihraç edilen ülkeler ise İtalya, Rusya ve Almanya'dır.

Konfeksiyon ihracatımız ise 2006 yılında 13,5 milyar dolar olarak gerçekleşmiştir. En fazla konfeksiyon ihraç ettiğimiz ülkelerde ilk üç Almanya, İngiltere ve A.B.D.'dir.

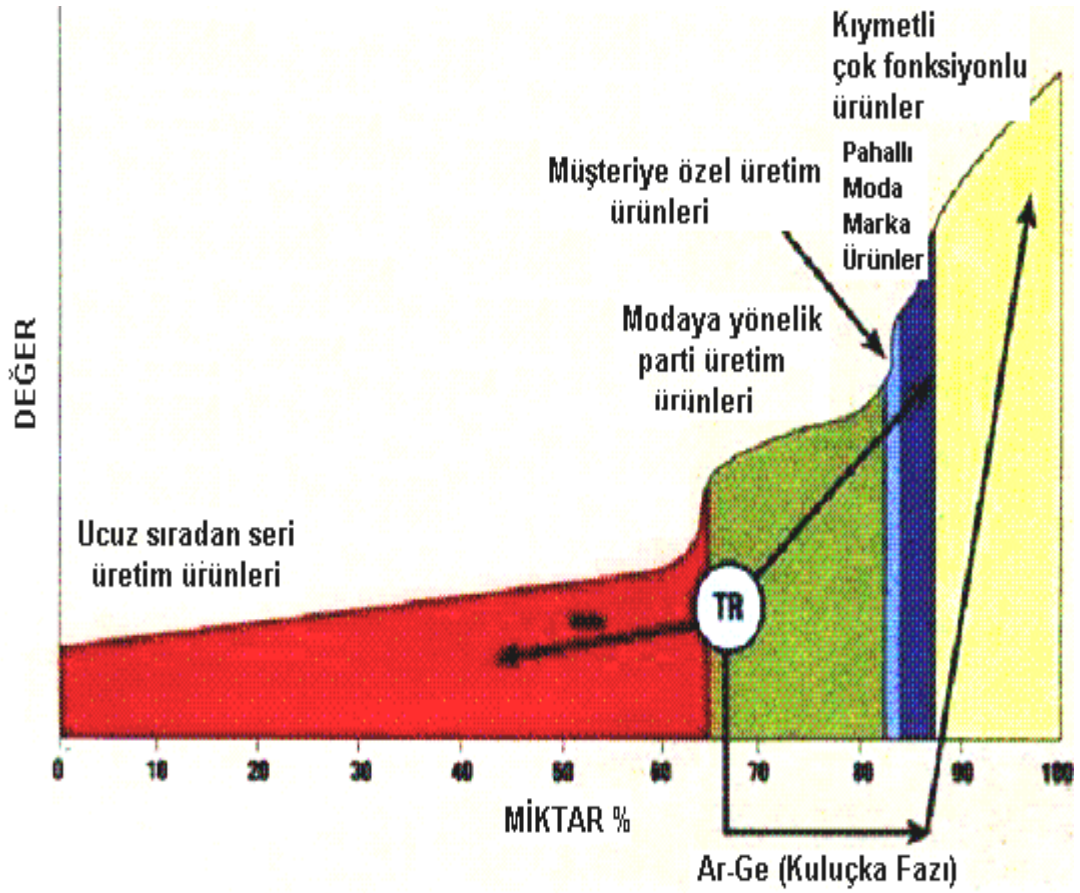
Türkiye tekstil ve konfeksiyon sektörü toplam ihracatı 19,5 milyar doları aşarken, 85 milyar dolar olan Türkiye genel ihracatında % 23'lük önemli bir paya sahiptir.

Tekstil ve konfeksiyon ithalatımız 2006 yılının verileri çerçevesinde incelendiğinde; tekstil ithalatının 6,3 milyar dolar, konfeksiyon ithalatının ise 1 milyar dolar civarında olduğu görülmektedir. Tekstil ithalatı yaptığımız ilk üç ülke Çin, İtalya ve A.B.D., konfeksiyon ithalatı yaptığımız ilk üç ülke ise Çin, İtalya ve Hindistan'dır [www.itkib.gov.tr, 2007].

1.2. Tekstil Sektörünün Geleceği ve Eğilimleri

Dünya tekstil sanayinin her kolu büyük bir teknolojik gelişim içerisinde bulunmaktadır. Tekstil sektörünün orta vadede özgün tasarım, kalite, verimlilik, pazarlama ve dağıtım yeteneklerinin geliştirilmesine, üst sınıf moda ve yönelik ürünlerin ve teknik tekstillerin üretimine geçeceği öngörülmektedir [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2003].

Türk tekstil sektörü, geliştireceği uzun dönemli stratejilerle teknoloji düzeyini yükselterek, orta ve uzun vadede Asya ve Afrika rekabeti karşısında kaybedilmesi olası olan "sıradan giysi ve tekstil ürünleri (commodity textiles)" üretimi yerine, "teknik tekstiller" ve "çok işlevli, akıllı tekstiller" olarak tanımlanan bilgi, "know-how" ve yenilik yoğun, yüksek katma değerli ürünlerin geliştirilmesine ve dünya pazarlarına sürümüne yönelmelidir [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2003].



Şekil 1.1. Türk Tekstil ve Hazır Giyim Sanayi İçin Uzun Vadeli Yol Haritası [Tarakçıoğlu, 2004]

Sektörde meydana gelecek gelişmeler aşağıda özetlenmiştir [Coşkun, 2004].

- İplik teknolojisi ;
 - ü Özellikle sürekli iplik üretimi ön plana çıkacaktır.
 - ü İplik makineleri on-line bağlantılı olacak.
 - ü Makine ayarlarının tamamı elektronik olarak yapılabilecek.
 - ü Ultra ince iplik üretimi mümkün olacaktır.
 - ü Yeni malzemelerin iplik üretiminde kullanımı mümkün olacaktır.

- Dokuma teknolojisi ;
 - ü Dokuma makinelerinde robotlaşma.
 - ü Kalite kontrolün tezgah üzerinde yapılması.
 - ü Optimum çalışma koşullarına kendi karar veren tezgahlar – insan hatasını minimuma indiren tezgahlar.
 - ü Birbiri ile iletişim sağlayan tezgahlar.
 - ü Yüksek hızlarda çalışmaya uygun lifleri dokuyan makineler.
- Örmek teknolojisi ;
 - ü Dikişsiz kazak teknolojisi yaygınlaşacak; standart mamullerde konfeksiyon işlemi ortadan kalkacak.
 - ü Yuvarlak örmek makinelerinde tip, model, iğne ve platin değiştirme tamamen otomatik hale gelecektir.
 - ü Sürtünme ve iplik teknolojisinde ki gelişmelere paralel olarak yüksek hızlarda minimum hata ile çalışan makineler mümkün olacaktır.
- Boya - baskı - apre teknolojisi ;
 - ü Çok amaçlı makineler ortaya çıkacaktır.
 - ü Enerji kullanımı azaltılacaktır.
 - ü Baskı da özellikle boya püskürtme teknolojisi kullanılacaktır.
 - ü Bilgisayarda tasarlanan desenden anında üretime geçilecektir.
 - ü Prosesler arası mal akışı otomatik sağlanacaktır.
 - ü Renk tutturma ve kontrol son derece kolay hale gelecektir.
- Konfeksiyon teknolojisi ;
 - ü Bazı ürünlerde dikiş tamamen otomatik makineler ile insansız gerçekleşecektir.
 - ü Kişiye özel ölçülerde birebir üretim mümkün olacaktır.
 - ü Kalite kontrol, ütü ve paketleme bilgisayar kontrollü otomatik makineler ile gerçekleşecektir .
 - ü Tek bir modelden çok küçük adetlerde üretim mümkün olacak, model siparişleri tamamen elektronik ortamda gerçekleşecektir.

- Teknik tekstiller ve non-woven teknolojisi ;
 - ü Non-woven’ın tıbbi tekstil, jeo tekstil olarak kullanımı giderek artacaktır.
 - ü Tek kullanımlık ürünler ağırlık kazanacaktır.
 - ü Elyaf yerine cipsten kontinü olarak veya yeni malzemelerden yapılan üretim yerleşecektir.
 - ü Su jeti ile fiksaj yöntemi ön plana çıkacaktır.

Sektörde uzun vadede ise akıllı ve çok işlevli tekstil ürünlerinin araştırılmasına, geliştirilmesine ve üretimine önem verileceği düşünülmektedir.

1.2.1. Çok Fonksiyonlu ve Akıllı Tekstiller

Çok fonksiyonlu tekstiller ve akıllı tekstiller, yüksek performanslı tekstillerdir.

Çok fonksiyonlu tekstil ürünleri, insanları doğal atmosfer şartlarından korumanın ve süslemenin yanında, başta sağlık, güvenlik ve bilişim alanlarında olmak üzere, bugün hayal bile edemediğimiz her tür alanda, en az bir ek fonksiyonu daha yerine getiren ürünlerdir. Elektromanyetik dalgaları filtre eden kumaşlar, bacakları nemlendiren, besleyen (E vitamini ile) ve selülit önleyen bayan çorapları veya pantolonları, şifalı aloe-vera bitki özünü salgılayan yatak takımları çok fonksiyonlu tekstil ürünlerine örnektir.

Akıllı tekstiller ise, normal tekstil ürünlerinin doğal atmosfer şartlarından koruma ve süsleme özelliklerine ilaveten 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 apliedilmiş bir kumaştaki PCM, çevredeki sıcaklık farklılığına göre faz değiştirerek, bu sıcaklık(enerji) değişimlerinin kumaşın altında kalan cisimlere (örneğin vücuda) etki etmesini

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 ilaveten bir bilgi işlemci ve bunlara enerji sağlayan jeneratör (örneğin vücut ısısıyla dış ısı 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 özürllüler 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].

1.2.1.1. Akıllı Tekstillerin Dünya Tekstil Pazarındaki Yeri

Günümüzde bir kısım akıllı tekstil ürünü ticarileşmiş ve hali hazırda bu ürünlerin bazılarının alım-satımı yapılmaktadır. Pazarlaması yapılan akıllı tekstil ürünlerinin bazıları iklim kontrolü, insanın kendini iyi hissetmesini ve koruma sağlayan giysiler ve sağlık bakımı ile ilgili selülit önleyen çoraplar, bakteri üretmeyen tişörtler, leke tutmayan elbiselerdir. Daha önceleri ordudaki özel birlikler

ve bazı spor dallarındaki profesyonel sporcular gibi özel ihtiyaçları olanların giysilerinde kullanılan akıllı kumaşlar artık büyük hazır giyim markalarının ürünlerinde de yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Teknoloji ve sermaye yoğun olan akıllı tekstiller büyük oranda Kuzey Amerika, Batı Avrupa ve Japonya gibi gelişmiş bölge ve ülkelerde üretilip tüketilmektedir [Emek, 2004].

Akıllı tekstiller sektörünün dünya pazarı hacminin 2006 yılında 369 milyon dolar olduğu, bu pazarın 2010 yılında ise her yıl % 32'lik bir büyüme ile yaklaşık 1,13 milyar dolarlık hacime ulaşacağı tahmin edilmektedir [www.vdc-corp.com, 2007].

Akıllı tekstiller sektöründe sadece bir kaç firma bu alanda başarılı olmak için yeterli tüm kaynaklara sahiptir. Bu nedenle firmalar arasında ortaklıklar, satın almalar ve işbirlikleri beklenmektedir.

Mevcut talep düzeyini fazla dikkate almadan çok sayıda firma pazara ilk girişin avantajını elde etmek için bu pazara girmektedir. Söz konusu firmalar mevcut teknolojiyi kullanarak ürettikleri ürünlerin sunumuyla pazar yaratmaya ve uzun vadeli ortaklıklar kurmaya çalışmaktadırlar.

Teknolojik ilerlemeler sonucunda maliyetlerin düşmesiyle yakın bir gelecekte akıllı tekstil ürünlerinin günlük hayatta kullanımın yaygınlaşması beklenmektedir. Orta vadede akıllı tekstil ürünlerinin pazar değerinin milyarlarca dolar seviyesine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Akıllı tekstiller alanındaki gelişmelerle birlikte ortaya çıkacak çok yönlü ürünler için dünyada çok önemli pazarlar elde edilebilecek tekstil ve hazır giyim alanındaki talep yapısı değişebilecektir. VDC tarafından tüketiciler arasında yapılan bir anket çalışmasının sonucunda, bilgisayar fonksiyonelliği, veri-toplama, kişisel dijital yardımcılara (PDA) ve internete bağlanabilme ve bio-monitörleme gibi çeşitli fonksiyonel performans kabiliyetlerine sahip giyilebilir bilgisayarlara karşı güçlü bir talep olduğu ortaya çıkmıştır [Emek, 2004].

1.2.1.2. Akıllı Tekstillerin Türk Tekstil Pazarındaki Yeri

Türkiye’deki akıllı tekstil ürünlerinin pazar değeri hakkında herhangi bir veri bulunmamaktadır. Bununla birlikte ülkemizde akıllı tekstil üretimi yapan az sayıda firma bulunmaktadır. Ülkemizde akıllı tekstil üretimi yapan başlıca firmalar: Anteks, Yeşim Tekstil, Karsu Tekstil, Sude Suni Deri San. A.Ş. (Laminattech), Abbate, İstanbul Çorap, Yeğin Grup, Has Tekstil, Dema Teknik Tekstil, Fiberflon, Hepatr End. Paz., Altınbaşak Tekstil’dir.

İstanbul Çorap tarafından üretilen Parizien Clinique serisinde, ayakta bakteri oluşumunu ve kokuyu önleyen anti-bakteriyel, selülit oluşumunu önleyen anti-selülit ve bacağa ekstra nem sağlayan nemlendirici çoraplar üretilmektedir. Parizien Clinique antibakteriyel çoraplar bakteri öldüren ve koku gideren özelliğiyle birlikte hassas ciltlere ve alerji sorunu olanlara önerilmektedir. A Vitamini, kafein ve mentol içeren Parizien Clinique anti-selülit çorapları bu aktif maddeleri vücuda eşit aralıklarla dengeli şekilde yaymaktadır. E Vitamini, squalane ve mentol aktif maddeleri içeren Parizien Clinique nemlendirici çoraplar % 10 kadar nem sağlayabilmekte, bacaklara krem etkisi sağlayarak cildi taze tutmaktadır. Bu çoraplar ile sıradan çoraplar arasında pek fazla bir fiyat farkı da bulunmamaktadır. Çoraplar bu özelliklerini yaklaşık 20 yıkamaya kadar kaybetmeden koruyabilmektedir.

Has Tekstil San. Ve Tic. Ltd. Şti. üç yıl süren araştırma sonucunda 2004 yılında Clothas markası ile Türkiye’de ilk kez su ve leke tutmayan pantolon üretmiştir. Bu pantolonlar 3 renk ve 4 farklı modelde 39, 49 ve 59 YTL’den satışa sunulmuştur. Firma, yıkandığı zaman güzel koku veren, serin tutan, stres alan ve kolay ütülenen kumaşlar geliştirme çalışmalarını sürdürmektedir.

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 olacağı beklenmektedir [Emek, 2004].

Ayrıca Tekstil sektörünün şuan içinde bulunduğu Uzakdoğu ürünleriyle rekabet edememe sıkıntısı, akıllı tekstillerin ülkemizde daha çok ve daha ileri seviyelerde üretilmesi sayesinde aşılabılır.

Bu amaçla; çalışma kapsamında akıllı tekstiller, genel özellikleri ve üretim teknikleri incelenmiş ve Türk Tekstil Sektörünün şuan ki zor durumundan kurtulması için çıkış kapısı görülen akıllı tekstillere ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Çalışmada, öncelikle akıllı tekstillerin tanımı ve sınıflandırılması yapılmış, ardından, akıllı tekstillerin genel özellikleri, kullanım alanları, üretim teknikleri ve çalışma prensipleri, ürün bazında ele alınmıştır.

Çalışmanın sonunda ise, her bir akıllı tekstil uygulması ayrı ayrı özetlenerek yorumlanmış ve akıllı tekstillerin sektör açısından önemi bir daha vurgulanıp, daha sonra yapılacak olan çalışmalarla ilgili tavsiyelerde bulunulmuştur.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Akıllı tekstiller hakkında dünya da yapılan çalışmaların sayısı gün geçtikçe artmakta ve sektörün bu kısmındaki araştırma-geliştirme çalışmaları daha çok A.B.D., Almanya, Japonya gibi ülkeler de olmaktadır.

Ülkemizde de bu tür çalışmaların sayısı artmakta fakat diğer gelişmiş ülkelere nazaran çalışma sayısı çok azdır. Bu açıdan akıllı tekstiller alanında yapılan araştırma-geliştirme çalışmalarına hem üniversiteler hem de sanayinin ortak katılımıyla hız kazandırılmalıdır.

Akıllı tekstiller hakkında yapılan çalışmaların bazıları geçmişten bugüne sırayla aşağıda kısaca anlatılmaya çalışılmıştır.

Dequillement, D., (2003) ; çalışmasında askeri alanda, sağlık alanında, moda da, teknolojik alanda, ekstreme sporlarda ve günlük hayatta kullanılan veya kullanılacak akıllı tekstillere ve üretim tekniklerine değinmiştir.

Norstebo, C. A. , (2004) ; çalışmasında akıllı tekstilleri üretim tekniklerine göre, elde edildikleri teknolojiler göre incelemiş olup ; faz değiştiren materyallerden (PCM) elde edilen akıllı tekstillere, biçimsel hafızalı materyallerden (SMM) elde edilen akıllı tekstillere, kromik materyallerden elde edilen akıllı tekstillere, elektronik / iletken tekstillerden, elyaflardan elde edilen akıllı tekstillere ışık tutmaya çalışmıştır. Çalışmasında, akıllı tekstiller üzerinde çalışmalar yapan firmaları da ve ürettikleri ürünleri de vererek çalışmasına gerçeklik kazandırmıştır.

Şahin, Ö., Bulgun, E., Kayacan, O., (2004) ; çalışmalarında ısıtma fonksiyonlu akıllı tekstilleri incelemiş ve özellikle askeri-güvenlik amaçlı uygulamalarda, sürekli kullanılmaktan kaynaklanan yıpranma ve dayanıklılık sorununa çözüm önerileri getirmişlerdir. Normal kumaş liflerini zamanla yıpratıcı, aşındırıcı ve yırtılmaya yol açan rutin katlamalar ve bükülmeler, akıllı ısıtıcı 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 4 veya daha fazla kabloyu taşıyabilecek iplikler kullanmak bir çözüm yöntemi olarak ortaya

konulabilmektedir. 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, M. , (2004) ; çalışmasında akıllı giysiler sektörünün bugünkü durumu, akıllı tekstillerin üretimi, akıllı tekstillerin kullanımı ve geri kazanımı konularına açıklık getirmeye çalışmış ve elde ettiği bilgiler ışığında bazı akıllı giysi tasarımında önerilerde bulunmuştur.

Kiekens, P., Westbroek, P., Priniotakis, G., Langenhove, L., (2004) ; çalışmalarında tekstil elektrotlarının davranışları araştırmış, sistemi modellemek ve parametrelerin ve vücut koşullarının belirlenmesi için interfazlarda elektrot-elektrolit ve elektrot-derielektrolit' lere 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 ayaga) düzlemsel olarak yerleştirildiğinde tekstil elektrot deri-elektrod-deri-tekstil elektrot sistemini taklit etmektedir.

Kayatürk, N. , (2004) ; apre malzemelerinde yeni uygulamaları inceleyen bir çalışma yapmıştır. Bu konuyu incelerken, akıllı tekstilleri elde etmekte kullanmış olduğumuz mikrokapsül teknolojisi hakkında çalışmasında bilgiler vermiştir.

Balık, M., Esiroğlu F. , (2005) ; çalışmalarında tekstilde renk değiştiren giysileri araştırmışlardır. Çalışmaları kapsamında, pH, sıcaklık ve UV ışınlarının etkisiyle renk değiştiren tekstil materyallerinin elde edilme yöntemleri ve özellikleri hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

Jose, A. G. , (2005) ; çalışmasında akıllı tekstil teknolojilerini incelemiş olup, tekstil sektöründeki son trendlere, tekstil sektörünün gelişimi için çözüm önerilerine, akıllı teknolojilere ışık tutmaya çalışmıştır.

Mattilla. , H. , (2006) ; çalışmasında genel manada akıllı tekstiller ve kullanım alanlarını anlatmıştır. Faz değiştiren materyallerin, biçimsel hafızalı materyallerin ve renk değiştiren materyallerin akıllı giysilerin elde edilmesindeki yerini araştırmış olup, bu materyallere ve tekstildeki kullanımlarına ayrıntılı olarak çalışmasında yer vermiştir.

Balcı, H. , (2006) ; çalışmasında genel olarak ülkemizde çok yeni bir konu olan ve üzerinde çok fazla çalışmaya rastlanmayan akıllı (fonksiyonel) tekstiller hakkında geniş bilgi vermiş, daha sonra antimikrobiyal apre üzerinde durmuştur. Antimikrobiyal aprenin farklı hammaddedeki kumaşların performans özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır. Antibakteriyel proses parametrelerinin tüm kumaş tiplerinde negatif etkilediği özellikler arasında su ve ter haslıkları ortak olarak görülmüştür. Antibakteriyel proses parametrelerinin en az etkilediği özelliklerin pillinglenme (boncuklanma) ve yıkama haslığı olduğu belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Çalışma tamamıyla araştırmaya yönelik olup, güncel kaynaklardan elde edilen veriler ışığında hazırlanmıştır. Güncel bilgilere ulaşabilme açısından, daha çok internet tabanlı kaynaklar esas alınmıştır. Ayrıca, bu alanda geçmiş yıllarda yapılan yerli-yabancı yazılı kaynaklardan ve üretici firmalardan elde edilen broşür, kitapçıklardan yararlanılmıştır. Üretici firmalardan numune ve üretim tekniğiyle ilgili ayrıntılı bilgilerin temini bunların know-how içermesi açısından çok mümkün olmamıştır. Elde edilen birkaç numune sayesinde, akıllı tekstil örnekleri üzerinde gözlem yapma imkanı olmuştur.

3.2. Metot

Yapılan bu çalışmada daha çok güncel kaynaklardan faydalanılarak, tekstilin geleceği olan akıllı tekstiller alanına ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Çalışmada, öncelikle akıllı tekstillerin tanımı ve sınıflandırılması yapılmış, ardından, akıllı tekstillerin genel özellikleri, kullanım alanları, üretim teknikleri ve çalışma prensipleri, ürün bazında ele alınmıştır.

Ayrıca yerli, yabancı akıllı tekstil üreticileriyle irtibata geçilerek ve de 2005 yılında İstanbul da yapılan HIGHTEX 2005 adlı fuara katılarak, araştırmanın kapsamı ve bilgi içeriği artırılmaya çalışılmıştır.

4. AKILLI TEKSTİLLER

4.1. Akıllı Tekstillerin Tanımı ve Sınıflandırılması

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 bir çok alanın kapsamına giren ancak yüklendikleri işlev ve yapıları itibarıyla ayrı bir kategoride değerlendirilen bir gruptur. Akıllı tekstillerin önemli bir kısmı günümüzde prototip üretimi aşamasında bulunmaktadır. Sektörün bu kısmındaki gelişmeler, daha çok A.B.D., Almanya, Japonya gibi ülkeler de olmaktadır.

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. Başlangıçta daha ziyade tıp alanı, bebekler, yaşlılar ve engelliler gibi bakıma muhtaç kişilerle askeriye ve uzay yolcuları için önem taşıyan akıllı tekstiller, son bir kaç yıl içerisinde 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.

Normal tekstil ürünlerinin doğal atmosfer şartlarından koruma ve süsleme özelliklerine ilaveten; akıllı tekstiller, herhangi bir etkiyi veya etki değişikliğini algılama ve buna bir tepki verme özelliğine sahip tekstil ürünleridir. Eğer tekstil ürünü etkiyi veya değişikliği sadece algılıyorsa “pasif akıllı tekstil ürünü”, etkiyi veya etki değişikliğini algılayıp bir de buna tepki veriyorsa, “aktif akıllı tekstil ürünü” denilmektedir. Bir perdenin kolomatik özellikte bir boyarmaddeyle boyandığı düşünüldüğünde, ışık durumuna göre perdenin renginin koyulaşıp açılması ve odanın hep aynı derecede aydınlık olması bu ürünü aktif akıllı tekstil yapmaktadır.

Akıllı tekstiller çevresel etkiler nedeniyle önemli ve yeniden üretilebilir, otomatik değişim özellikleri olan elyaf ve kumaşlardır. Akıllı tekstiller gösterdikleri performans ve kullanım özellikleriyle diğer konvansiyonel tekstillerden ayrılırlar(Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Akıllı Tekstiller [Jose, 2005]

Akıllı lif ve kumaşlar giyim dışında bir çok alanda kullanılmaktadır. Uyumak üzere olan sürücülerini uyandıran araba koltukları, kalp atışlarınızı dinleyen yatak çarşafı, oda sıcaklığına göre renk değiştiren dokumalar, ne kadar hızlı koştuğunuzu söyleyen ayakkabılar, koltukların koluna iştirilen televizyon ve müzik seti kumandaları, kumaş piyanolar gibi ürünler giyim dışında kullanılan akıllı tekstillere örnek gösterilebilir [Emek, 2004].

Tekstil tarihi, binlerce yıl öncesine uzanmasına rağmen, devrim niteliğindeki gelişmeler son elli yıl içinde gerçekleşmiştir. Bu gelişmelerin çoğu, askeri alanlarda yapılan araştırmaların sonucunda ortaya çıkmıştır. Cam elyafından yapılar, kurşun geçirmez yelekler, kimyasallara karşı koruyuculuk sağlayan giysiler, uçaklarda kullanılan malzemelere bakınca, akıllı tekstillerin ilk uygulamalarının da, askeri ve

ilgili alanlarda yapılan Ar-Ge çalışmaları sonucunda ortaya çıkmasına şaşdırmamak gerekir.

Savaşlardaki en önemli unsur insanlardır. Silahları ateşleyen, tankları ve uçakları kullanan, savaş alanında çarpışan insanların silah güçlerinin yanında, onları tüm dış etkenlerden koruyacak ve onlar hakkında sürekli bilgi akışı sağlayacak akıllı giysiler üzerinde çalışmalara başlanmıştır. Günümüzde askeri giysiler de istenen en önemli özellikler, giysinin içinde iletişim donanımının olması, giyenin fiziksel durumunu takip edebilmesi, askerin sürekli yerini bildirmesi, çevreden gelen ışığı algılayabilecek ve buna göre kamuflaj düzenini sağlayabilecek, ateşli silahlara, radyasyona, kimyasal ve biyolojik maddelere karşı koruma sağlayabilecek ve tabii tüm bu özelliklerinin yanı sıra, askerin manevra kabiliyetini kısıtlamayacak tarzda hafif olan giysiler tasarlanmaktadır. Bilindiği gibi telsiz taşıyan askerlerin en önemli sorunu, telsizin üzerlerinde yarattığı ağırlıktır. Bu ağırlığın en önemli sebebi de, telsiz içindeki pillerdir. Askeri tekstil malzemelerine bilgisayar mikroçiplerinin entegrasyonu ve bunların bir ağı bağlanması sonucu askerler ile birebir bağlantı kurulması sağlanmıştır. Bunun yanında da, GPS (Küresel Konumlama Sistemi-Global Positioning System) adı verilen bir sistemle de, her bir askerin nerede olduğu uydu yardımı ile anlaşılabilir. Aynı zamanda bazı tekstil malzemeleri de, vücut ısısının düşmesi durumunda, vücuda ısı takviyesi yaparak vücut ısısının belli bir sınırın altına düşmesini ve donmayı engellemektedir.

Du Pont, Massachusetts Institute of Technology (MIT) ile birlikte, askerleri yaralandıklarında tedavi edecek, kimyasal ve biyolojik silahlara karşı koruyacak giysiler geliştirmek üzerinde çalışmaktadır. Farklı iplik kesitleri (oval, kare veya üçgen) kullanılarak, giysiyi giyenin dış ortam sıcaklığındaki değişimlere karşı, genişleyip daralarak, ısıtan veya soğutan kıyafetler üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. Özel boyanmış iletken lifler kullanılarak, elektrik sinyaliyle renk yansıma kalitesinde değişim elde edilmekte ve giysi rengi değiştirilebilmektedir. Bu tip bir özellik değişken bitki örtüsünde savaşan askerlerin arazide kamuflajlarına çok uygundur. Askerler için düşünülen bu tip koruyucu akıllı giysiler, aynı zamanda polis ve itfaiyeciler için de kıyafetlerin kullanım alanlarına göre uyarlanabilmektedir.

Son altı yıl içinde elektriği iletebilen polimerlerin giysilerin birleştirilmesine yönelik çalışmalar sonucu sporculara yaptıkları hareketlerin yanlış olduğunu bildiren, zamanla doğru refleksleri kazanmalarına yardımcı olan akıllı bir dizlik geliştirilmiştir. Dizliğin amacı sıçrama, ani durma ve yön değiştirme gibi hareketlerin sıkça yapıldığı kayak, basketbol, tenis, futbol gibi sporlarda, tedavisi oldukça uzun ve masraflı olan ön çapraz bağ yaralanmalarını önlemektir. Dizliği giyen kişi bu bağları tehlikeye sokacak bir hareket yaptığında, kumaşın esnemesiyle birlikte, dizliğin içinde bulunan polimerlerde değişen elektrik yükü, bir uyarıcıyı harekete geçirerek giyen kişinin yanlış hareket yapmasını önlemektedir.

Freudenberg firması, 0,01 dtex inceliğinde naylon-polyester mikro liflerden nonwoven kumaş üretimine başlamıştır. Bu kumaşın doğa sporlarında kullanılan giysilerde kullanımı amaçlanmaktadır. Hafif havlı ve şeftali yüzeyine benzer bir yüzeyi vardır. Yumuşak, buruşmaz ve terlemeyi kontrol etme özelliği bulunmaktadır. Teri bedenden uzaklaştırabilmekte ve ultraviyole (UV) koruma özelliği yıkamadan etkilenebilmektedir. Hafif ve nefes alabilir yapıdaki kumaş rüzgarı kesme özelliğine de sahiptir. Bu kumaşın ağırlığı 120 g/m² olup, gramajı 200 g/m² olan bir kumaşla aynı ısı faktörüne sahiptir. Diğer bir deyişle % 40 daha hafif olan kumaş, % 30 oranında daha çok ısıtmaktadır.

Elektronik ve telekomünikasyon endüstrileri, 21.yüzyılda hayatımızı yönetir hale gelecekler ve bu durumdan konfeksiyon endüstrisi de geniş çaplı etkilenecektir. Gelecekte giysiler sadece gerektiği gibi kişileri sıcak veya serin tutmakla kalmayacak, aynı zamanda yetenekleri sayesinde dış etkiler-tehlikeler konusunda kişileri uyarabilecek, zararlı etkilerden koruyabilecek, vücut fonksiyonları hakkında bilgi verebilecek, tedavi amaçlı kullanılabilecek, kaybolduğumuzda bulunduğumuz yeri saptayabilecek ve fiziksel olarak herhangi bir aktiviteyi yerine getiremediğimiz durumlarda başkaları ile iletişim kurmamızı sağlayabilecektir.

Akıllı tekstillerin yaygınlaşması sonucu deterjan, ütü, ütü masası, çamaşır makinesi gibi bir çok sektör derinden etkilenecek belki de tarihe karışacaktır. Bu değişimden moda sektörünün de önemli oranda etkileneceği beklenmektedir. Modanın temelini oluşturan kumaş ve kumaşın temelini oluşturan iplik ve elyaf teknolojilerindeki gelişmelerin sonucunda yeni tarz modacıların ve tasarımcıların

ortaya çıkması beklenmektedir. 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.

Günümüzde akıllı tekstiller hakkında birden çok tanımlamalar ve sınıflandırmalar yapılmaktadır. Bu sınıflandırmaların bazıları aşağıda verilmiştir.

Almanya'daki tekstil ve hazır giyim konularında çalışmalar yapan Hohenstein Araştırma Enstitüsü akıllı tekstilleri 5 alanda gruplayan ve sınıflandıran bir sistem oluşturmuştur.

Ü Transfer Sistemleri (Transfer Systems): Transfer sistemlerinde nanokapsüller, moleküler depolar veya mikrokapsüller ile birleştirilmiş tekstil yüzeyleri neme, basınca ve ısıya 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.

Ü Adapte Olabilen Sistemler (Adaptive Systems): 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.

Ü Akıllı Giysiler (Smart Clothing): 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.

- ü **Aktarıcı Sistemler (Transponder Systems):** 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 edilebilmekte ve bilgi tekstil zinciri boyunca muhafaza edilerek hazır giyim üreticisinin kullanımına sunulabilmektedir.
- ü **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[Emek, 2004].

Akıllı tekstillerin üretim tekniklerine göre bir diğer sınıflandırılmasını da ;

- ü Faz değiştiren materyallerden (PCM) elde edilen akıllı tekstiller,
- ü Biçimsel hafızalı materyallerden (SMM) elde edilen akıllı tekstiller,
- ü Kromik materyallerden elde edilen akıllı tekstiller,
- ü Elektronik / İletken tekstillerden, elyaflardan elde edilen akıllı tekstiller,
- ü Diğer akıllı kumaşlar, tekstiller olarak yapabiliriz. Bu kısım ile ilgili ayrıntılı açıklamalar ileriki kısımlarda yapılacaktır[Norstebo, 2004].

4.2. Akıllı Tekstillerin Üretim Teknikleri, Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Akıllı tekstillerin üretiminde ağırlıklı olarak kimyasal elyaflar kullanılmakta olup, sadece spor yün giysilerde ender olarak doğal ve kimyasal elyaf karışımları kullanım alanı bulmaktadır.

Akıllı tekstillerde, ayrıca elektronik komponentlerden de yararlanılmaktadır. Akıllı tekstillerin üretiminde ortaya çıkan gerçek, elektronik komponentlerin kullanılması ile giysinin fonksiyonelliğini kaybetmemesi, en azından çok fazla etkilenmemesidir. Bu noktada elektronik komponentlerin daha da küçültülmesi bir rahatlık sağlayabilir. Bu parçalar ne kadar kompakt ve hafif olurlarsa giysi içine o kadar rahat monte edilebilmektedir. Efektlerin aşırı dozda olmasını önlemek için de ürün başına kullanılacak elektronik materyalin az olmasına dikkat edilmelidir. Ancak küçülmede, kullanıcının kumanda etmesini zorlaştıracak kadar aşırı gidilmemesi gerekir. Elektronik elemanların sistematik olarak enerji yayması ve vücuda yakın bölgelerde yer alması, elemanların daha da küçültülmesi gerekli kılabilir. Çünkü bu defa akıllı tekstillerde kullanılan elektronik parçaların vücuda zararlı etkileri gündeme gelebilir.

Akıllı giysilerde kullanılan elektronik komponentler su geçirmez kapsüller içinde korunduğundan çevreye zarar vermesi söz konusu olmamaktadır. Ancak zamanla korunmuş gibi görünen bu kapsüllerin zamanla gevşemeyeceğini ve geçirgen hale gelmeyeceğini garanti edilememektedir. Deneyimler sonucunda böyle durumlar ortaya çıkarsa elektroniklerin zararlı etkileri tekrar tartışma konusu olacaktır [Keil, 2004].

Çalışmanın bu kısmında ; akıllı tekstiller ayrı ayrı incelenmiştir. Akıllı tekstillerin; üretim teknikleri, çalışma prensipleri, genel özellikleri ve kullanım alanları ise bu sınıflandırmanın altında ele alınmıştır.

4.2.1. Vücut Sıcaklığını Düzenleyen Giysiler

4.2.1.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Akıllı tekstiller, artık günlük hayatımızın bir parçası olma yolundadır. Önceleri astronotları uzayın zorlu şartlarından koruyan akıllı tekstiller, bugünlerde insanoğlunun hayatını daha konforlu hale getirmede kullanılmaktadır.

Bu konforu sağlayan akıllı tekstillerden biriside; vücut sıcaklığını düzenleyen giysilerdir. Bu giysiler; insanın vücut sıcaklığını etkili bir şekilde düzenleyerek, vücut ısını, giyen kişinin rahat edebileceği bir sıcaklık aralığında tutmaktadır (Şekil 4.2) [Jose, 2005].



Şekil 4.2. Vücut Sıcaklığını Düzenleyen Giysiler [Jose, 2005]

Vücut sıcaklığını düzenleyen giysilerle ilgili olarak, bir çok firma bu alanda araştırma-geliştirme çalışmaları yapmakta olup; Outlast® adında ki firma bunlardan birisidir.

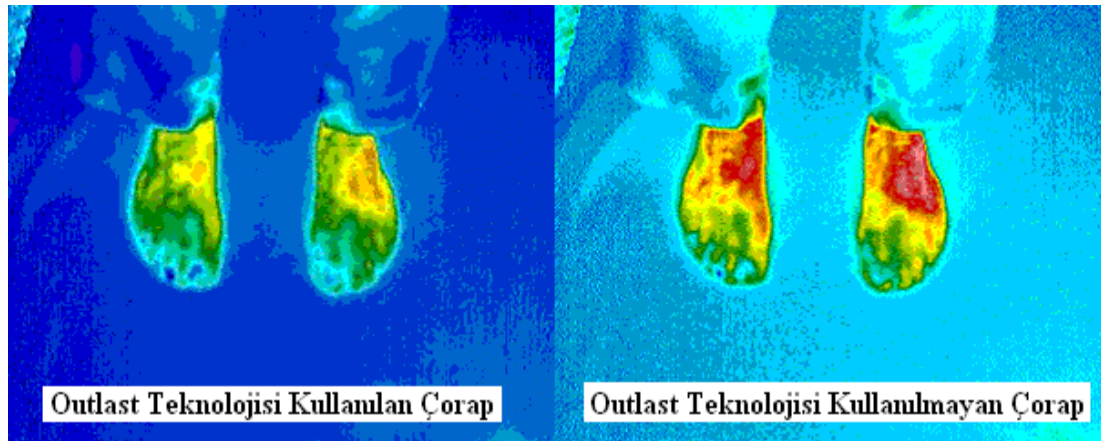
Outlast® teknolojisi kullanarak elde edilmiş giysiler; bazen ııyı absorblayarak, bazen depolayarak, bazen dağıtarak, bazen de serbest bırakarak giyen kişinin vücut sıcaklığını rahat edebileceği şekilde düzenler, yeniden kullanır [Jose, 2005].

Bu teknoloji, ilk olarak NASA için, astronotları uzayda meydana gelen ani sıcaklık değişimlerinin oluşturduğu çevresel etkilerden korunmak amacıyla geliştirilen giysilerde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Şimdilerde ise iç giyimde, çoraplarda, ayakkabılarda, yorganlarda, uyku tulumlarında, yatak örtülerinde bile kullanılmaktadır(Şekil 4.3) [www.outlast.com, 2007].



Şekil 4.3. Outlast® Teknolojisinin Günümüzdeki Kullanım Yerleri
[www.outlast.com, 2006]

Vücut sıcaklığını düzenleyen giysilerin sağladığı ısı dengesiyle ilgili olarak, aşağıdaki Şekil 4.4’de Outlast teknolojisi ile entegre edilmiş bir çorabı giyen kişinin, bir de normal bir çorabı giyen kişinin ayak sıcaklıkları termal görüntüler yardımıyla karşılaştırılmıştır. Şekildeki renkler en sıcaktan en soğuğa doğru beyaz, kırmızı, sarı, yeşil, mavi olarak sıralanmıştır.



Şekil 4.4. Vücut Sıcaklığını Düzenleyen Giysilerin Sağladığı Isı Dengesinin Termal Olarak Görüntülenmesi [www.outlast.com, 2007]

Şekil 4.4’den de görüleceği üzere Outlast teknolojisi sayesinde çorabı giyen kişinin, ayağının her bölgesinde ısı bir denge durumu meydana gelmekte ve konforunu artırmaktadır.

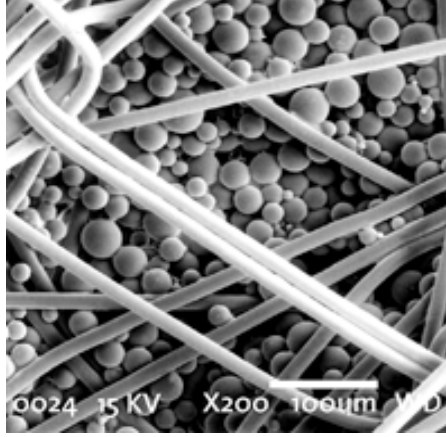
4.2.1.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

Vücut sıcaklığını düzenleyen giysilerin üretim tekniğinin altında, faz değiştiren materyaller yer almaktadır.

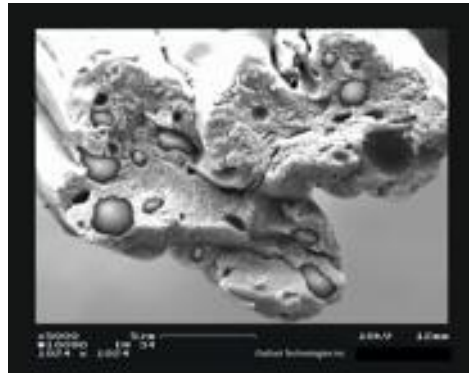
Faz değiştiren materyallerin ısınma ve soğuma davranışı incelendiğinde sıcaklık artışı ile birlikte malzemenin ısı absorbe ettiği, aksi durumda ise absorbe ettiği ısıyı dış ortama verdiği görülür. Faz değiştiren materyallerin erime ile donma/kristalleşme sırasında sıcaklıkları sabittir. Bu prensipten hareketle bir faz değiştiren materyal, diğer malzemelere nazaran daha fazla ısı absorbe eder [www.outlast.com, 2007].

Outlast teknolojisinin üretim basamağının ilki faz değıştiren maddelerin mikrokapsülasyonudur. Bu işlem az miktarda faz değıştiren materyalin küre şeklindeki bir kabuk içerisine hapsedilmesiyle başlamaktadır. Böylelikle faz değıştiren materyal bir form kazanmış olmakta ve kaplanmaktadır. Bu mikrokapsüller; Thermocules™ olarak adlandırılmaktadır.

Bu teknolojinin temelinde yatan mikrokapsüller Outlast firması için, Ciba ve Microtek firmaları tarafından üretilmektedir. Ve bu mikrokapsüller, ya bitim işlemleri esnasında tekstil yüzeyine aplike edilirler ya da lif formundayken lifin yapısına katılırlar(Şekil 4.5 ve Şekil 4.6)[www.outlast.com, 2007].

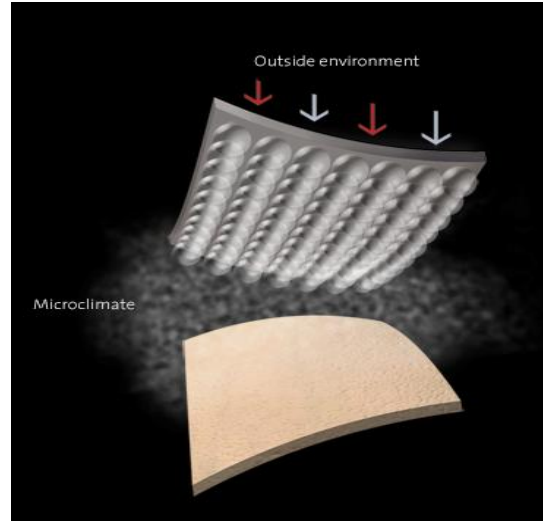


Şekil 4.5. Tekstil Yüzeyine Aplike Edilmiş Mikrokapsüllerin Mikroskop Altındaki Görüntüsü [www.outlast.com, 2007]



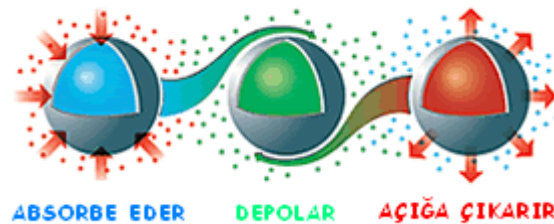
Şekil 4.6. Viskon Lifinin Yapısına Katılmış Mikrokapsüllerin Mikroskop Altındaki Görüntüsü [www.outlast.com, 2007]

Thermocules'lerin tekstile aplikasyonu sonucunda vücut sıcaklığını düzenleyen bir akıllı tekstil elde edilmiş olur. Ve giysi içerisine yerleştirilen faz değiştiren materyal mikrokapsülleri, vücuttan yayılan veya emilen ısı enerjisini aktif bir şekilde dengeleyerek dış ortam ile insan vücudu arasında yalıtkan bir tabaka oluştururlar(Şekil 4.7) [www.outlast.com, 2007].

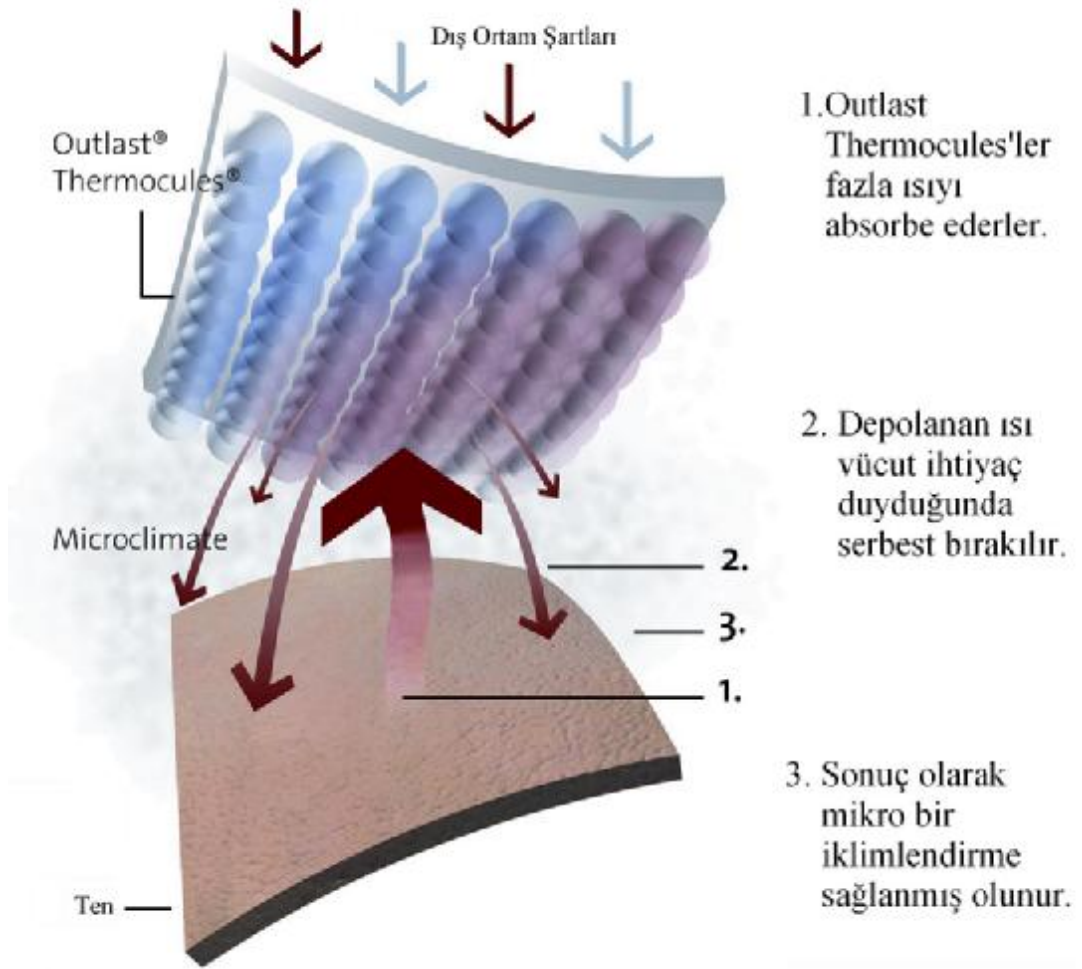


Şekil 4.7. Vücuttan Yayılan veya Emilen Isı Enerjisini Dengelenmesinin Şematik Görünümü [www.outlast.com, 2007]

Outlast teknolojisinin çalışma prensibi ise şu şekildedir: Vücuttaki aşırı ısı, ısı kapsülleri tarafından absorbe edilir. Absorbe edilen ısı depolanır ve daha sonra depolanan bu ısı, vücut gerek duyduğunda açığa çıkarılır. Böylelikle, ısı giyenin rahat edebileceği şekilde düzenlenir ve yeniden kullanır (Şekil 4.8, Şekil 4.4) [www.outlast.com, 2007].



Şekil 4.8. Outlast'ın Termocules® Teknolojisi [www.outlast.com, 2006]



Şekil 4.9. Termocules® Teknolojisinin Çalışma Prensibi [www.outlast.com, 2006]

4.2.2. Serinletme Fonksiyonuna Sahip Olan Giysiler

4.2.2.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Günümüz tekstil pazarında, giyilebilir, vücudu serinleten birden çok sistem mevcuttur. Bunların en iyi örnekleri ise, astronotların ve bomba imha ekiplerinin giymiş olduğu giyisilerdeki serinletme sistemleridir. Tahmin edileceği gibi, bu sistemler ağır ve pahalıdır.

Bir diğer alternatif ise sıvı serinletmesine dayanan diğer sistemlerdir. Bu sistemlerde giysi içine entegre edilmiş pompalar ve motorlar vasıtasıyla serinletme fonksiyonu gerçekleştirilmektedir. Fakat bunlarda çok fazla ağır olup, kullanımları da kolay değildir.

Serinletme fonksiyonuna sahip olan giysilerde, en çok kullanım alanı bulanlar ise üzerinde buz cepleri olanlardır. Bu ceplerdeki sular, buzlukta dondurulmak suretiyle, giyen kişi serinletilmektedir. Yani giysi kullanılmadan önce bir soğutucu içinde belli bir süre bekletilmektedir. Bu giysilerin, altına herhangi bir şey giymeksizin kullanımı, vücudu rahatsız etmekte ve vücudun sınırlı bölgelerini serinletebilmektedirler. Ayrıca çok ağır olması da bu sistemin en büyük dezavantajlarından birisidir [www.bodyteq.com, 2007].

Akıllı tekstiller sınıfına giren, serinletme fonksiyonuna sahip olan giysilere en önemli örneklerden olan, Hydroweave® çok yönlü bir kumaş olup, bir çok tür giysi, aksesuar uygulamaları için çok uygundur ve sıcaklığa karşı olağanüstü bir koruma sağlamaktadır. Yüksek sıcaklıktaki ortamlarda bu kumaştan yapılmış giysiyi giyen kişi aktif olarak serinletilmekte ve vücut sıcaklığı korunmaktadır. Giyen kişinin serinlemesi buharlaştırma yoluyla sağlanmaktadır [Jose, 2005].

Bu teknoloji ile elde edilmiş giysiler; genelde çalışırken vücut ısıları aşırı yükselen çalışanlar için idealdir. Özellikle bu teknolojiye sahip olan yelekler daha çok kullanılmaktadır(Şekil 4.10).



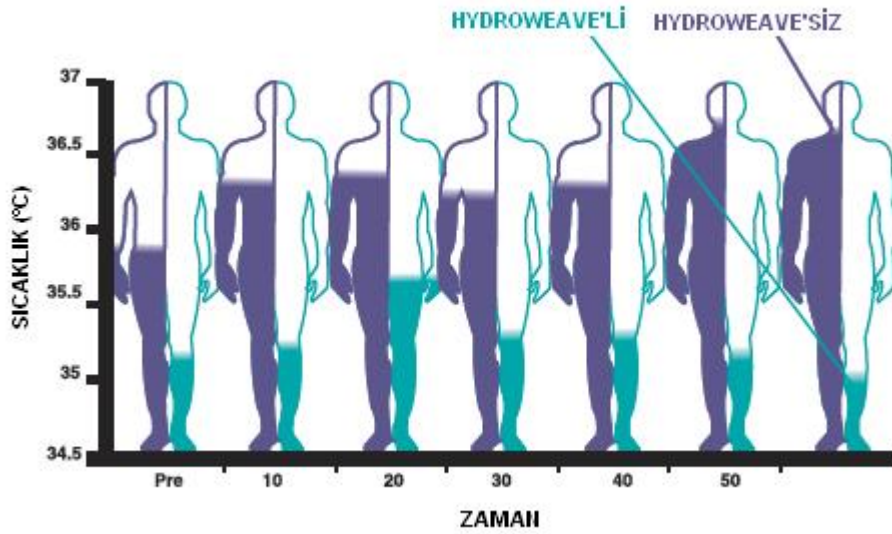
Şekil 4.10. Hydroweave® Teknolojisi Kullanılarak Elde Edilmiş Bazı Giysiler [www.bodyteq.com, 2006].

Ayrıca bu kumaşlar diğer kullanım alanları ise; spor giysileri, bandanalar, serinleten bebek battaniyeleri, özel vücudun bazı bölgelerinde terlemeyi engellemek için kullanılan pedlerdir(Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Hydroweave® Teknolojisi ile Elde Edilmiş Kumaşların Diğer Kullanım Alanları[www.bodyteq.com, 2006].

Hydroweave® teknolojisi kullanılarak elde edilmiş giysinin giyilmesiyle vücut sıcaklığı 2 derece kadar azalmakta ve çalışanın randımanının artırarak, çalışma zamanını % 16'ya kadar daha uzatmaktadır (Şekil 4.12, Şekil 4.13) [www.silvereagleoutfitters.com, 2006].



Şekil 4.12. Hydroweave® Teknolojisi Kullanılarak Elde Edilmiş Giysinin, Giyildiği ve Giyilmediği Durumlarda Vücut Sıcaklığının Durumu [www.silvereagleoutfitters.com, 2006]



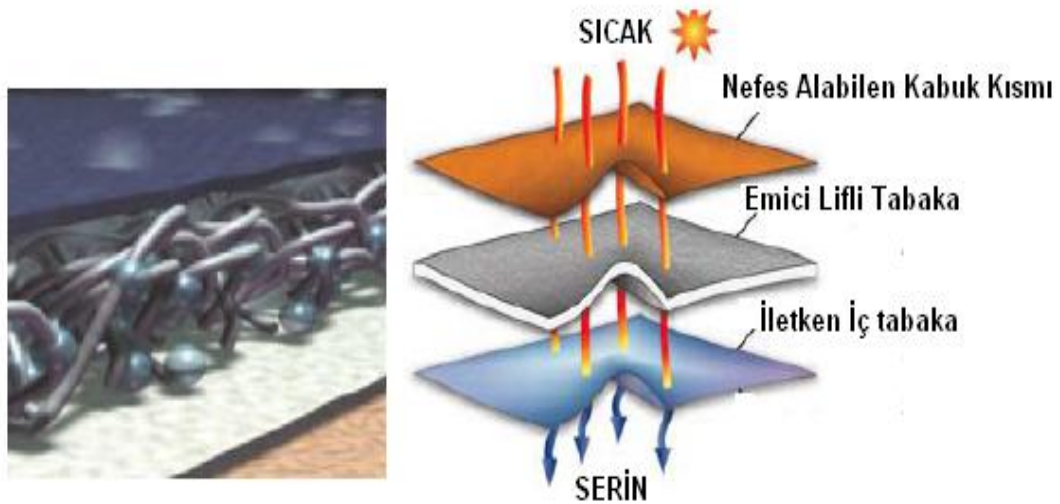
Şekil 4.13. Hydroweave® Teknolojisi Kullanılarak Elde Edilmiş Giysinin, Giyildiği ve Giyilmediği Durumlarda Çalışma Zamanlarının Karşılaştırılması [www.silvereagleoutfitters.com, 2006]

Hydroweave® teknolojisi kullanılarak elde edilmiş giysinin, yıkama ve bakım talimatları ise şu şekildedir;

- ü Yıkama, çamaşır makinesinin yüksek devirlerinde yapılmamalıdır.
- ü Sadece deterjan ile yıkanmalı, çamaşır suyu kullanılmamalıdır.
- ü Düşük sıcaklıklarda kurutulmalıdır[www.bodyteq.com, 2006].

4.2.2.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

Hydroweave, yapısına absorbe ettiği suyu buharlaştırarak giyen kişiyi serin tutabilen, yüksek performanslı bir kumaştır. Bu özel kumaş; çok katlı bir yapıya sahip olup, üç tabakadan oluşmaktadır(Şekil 4.14.) [www.bodyteq.com, 2007].



Şekil 4.14. Hydroweave'in Kumaş Yapısı [Jose, 2005]

En dış tabaka; nefes alabilen, farklı renklere boyanmış çeşitli kumaşlardan üretilmektedir. Bu kısımdan beklenen en önemli özellik nefes alabilir olması ve yapıdaki suyun buharlaşmasının sağlanmasında engel teşkil etmemesidir. Genelde bu tabaka için, nefes alabilirlik, süreklilik ve fiyat balansı açısından pamuk/polyester karışımı kumaşlar kullanılmaktadır. Ayrıca polyester, viskon ve karışımları kullanılabilmektedir[www.bodyteq.com, 2007].

Orta lifli tabaka; suyu seven(hidrofil) ve suyu sevmeyen(hidrofob) liflerin kombinasyonundan oluşmuştur. Hidrofil ve hidrofob elyaflar tamamıyla denge halindedirler. Hidrofil elyaflar, ileri ki paragraflarda da bahsedileceği üzere giysiyi aktif kılmak için su ile ıslatma-yıkama işlemi sırasında, suyu bünyesine absorbe eder ve burada stoklar. Hidrofob lifler ise, suyun bu orta tabakada dengeli, düzenli ve yavaş dağıtılmasının sağlanması açısından önem arz etmektedir. Ayrıca serinletme etkisinin uzun süreler korunmasını sağlayan kısımda hidrofob liflerdir.

En iç, yani insan derisiyle temasta bulunan tabaka ise; orta tabakada stoklanmış suyu altına geçirmeyen, giyen kişinin kuru hissetmesini sağlayan, bununla birlikte ısı iletkenliği yüksek olan bir kumaş olmalıdır [www.bodyteq.com, 2007].

İşte yukarıda özellikleri sayılmış olan bu üç farklı tabaka(kumaş ve votka yapısı) bir araya getirilerek, Hydroweave teknolojisine sahip bu üstün kumaş elde edilir. Bu çok katlı kumaşın en önemli ve know-how içeren kısmı orta kısımda bulunan lifli kısımdır. Burada seçilen suyu seven lifler süper hidrofil diye tabir edebileceğimiz özelliklere sahiptir. Ayrıca hidrofob liflerin seçimi ve hidrofil-hidrofob liflerin votka içerisinde dağılımı, oranları da çok büyük önem arz etmektedir[www.bodyteq.com, 2007].

Bu üstün özellikli akıllı tekstilin aktif hale getirmek için, giymeden önce su ile buluşturmak gereklidir. Yani giysi, su ile ıslatılarak aktif hale gelmekte ve orta kısımda bulunan lifli tabaka böylelikle su ile dolmaktadır.

Giysiyi ıslatmak, lifli tabakayı su ile buluşturmak için üretici firma üç farklı yöntem önermektedir. Bunlardan birincisi; Hydroweave'e ait özel ıslatma kabıdır. Bu kap içerisine öncelikle Hydroweave kumaştan elde edilmiş giysi konulur. Daha sonra kabın kapağı kapatılır. Kap yavaşça sallanarak, giysi burada 15 dakika bekletilir. Bu süre yeterli olmakla birlikte bir süre daha bekletilmesi fayda sağlamaktadır. Ancak çok fazla bekletmekte, liflerin belli miktarda su alma kapasitelerinden dolayı fayda sağlamayacaktır. Giysi ıslatıldıktan sonra, iç kısım(vücut ile temas eden kısım) kuru havlu ile kurulanmaktadır. Böylelikle en iç kısmın kuruluğu sağlanarak, giyen kişinin ıslanması engellenmektedir. Giysi kurutucuyla veya sıkılarak kurutulmamalıdır.

İkinci yöntem ise; giysinin bir kova içerisinde elle bastırılarak bastırarak 5 dakika bekletilmesine dayanmaktadır. Yine ıslatıldıktan sonra, iç kısım(vücut ile temas eden kısım) kuru havlu ile kurulanmaktadır. Üçüncü yöntemde ise; giysi çamaşır makinasında herhangi bir deterjan ilave etmeksizin yıkanarak ıslatılmaktadır.

Sonuç olarak, giysi bu yöntemlerden birisi ile ıslatılarak, çok katlı kumaş yapısının orta kısmında bulunan lifler su ile doldurulmaktadır. Ve böylelikle giysi kullanıma hazır hale getirilmiştir[www.bodyteq.com, 2007].

Kullanıma hazır giysinin çalışma prensibi ise şöyledir: bilindiği üzere vücudumuzdaki kan, dolaşım sayesinde bedenin her kısmına gitmektedir. Dolaşım halindeki kan, derimize yakın bölgelerdeki damarlardan geçerek, çevresel etkilerle serinlemeye çalışmaktadır. İşte Hydroweave® bu andan itibaren devreye girmekte ve serinletme işlemine başlamaktadır. Vücudun ısınmasıyla birlikte yaklaşık 5 dakika içinde, merkezde bulunan suyu seven ve suyu sevmeyen özel liflerden kombine edilmiş lifli tabaka suyu emer, bünyesinde tutar ve elyafların etrafı hava ile kaplanır. Ardından yapıdaki su yavaş yavaş buharlaşmaya başlayarak, etrafından ısı enerjisi alır ve iletken iç tabakayla temas halinde bulunan vücut serinler. Bu işlevini 2 ile 8 saat arasında sürdürebilmektedir [www.bodyteq.com, 2006].

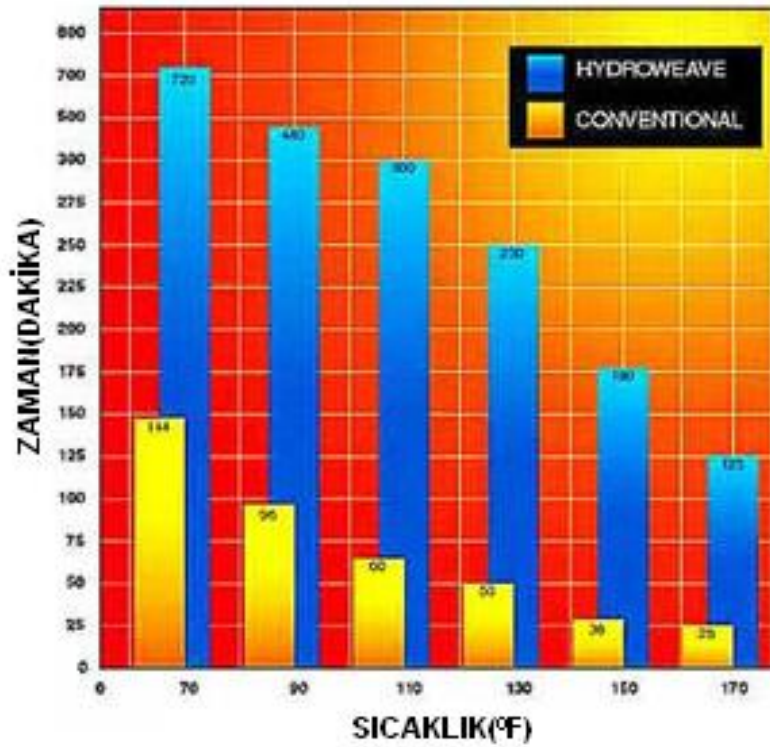
Bu giysilerin serinletme performansları üzerine, Auburn Üniversitesinin AquaTex komisyonunda araştırmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda Hydroweave'den elde edilen giysilerin ne kadar süre boyunca ve hangi randımanla serinletme fonksiyonunu sürdürebildiğini incelemektedir.

Giysinin serinletme fonksiyonun devamlılık süresi ve randımanı sabit değildir. Aşağıda verilen şu etkenlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir.

- ü Hydroweave'in merkezde bulunan lifli tabakasının ne kadar su absorbe ettiğine; 5 dakikalık süre yeterlidir.
- ü Dış ortam rutubeti; yüksek rutubet, azalan su buharlaşma miktarıyla serinletme efektini düşürmektedir. Fakat devamlılık süresi artmaktadır.
- ü Dış ortam sıcaklığı; yüksek sıcaklık, suyun buharlaşmasını hızlandırmakta, fakat yüksek olmasından dolayı giyenin serinleme hissini azaltmaktadır. Ayrıca devamlılık süresi de kısalmaktadır.

ü Giysi ile temas eden rüzgar; rüzgar suyun buharlaşmasını artırdığı için, serinletme fonksiyonunun etkisi artmaktadır. Fakat devamlılık süresi kısalmaktadır. Yapılan testler sonucu, motor üzerindeki Hydroweave giyen kişide, giysinin yüksek rüzgar miktarı sonucu etkisini 1,5 saat sonra yitirdiği gözlemlenmiştir[www.bodyteq.com, 2006].

Bu faktörler sabit tutularak yapılan testler sonucunda; 76 °C’de Hydroweave’den elde edilen giysinin fonksiyonunu 125 dakika sürdürebildiği görülmüştür. Ve giysinin, hangi sıcaklıkta ne kadar süre performansını sürdürebileceğine dair Şekil 4.15’deki tablo elde edilmiştir.



Şekil 4.15. Hydroweave’in Kullanım Performansı ve Randımanı
[www.bodyteq.com, 2006].

4.2.3. Görünmezlik Sağlayan Kamuflaj Giysileri

4.2.3.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Görünmez olmak, insanoğlunun yıllardır düşlediği bir hayaldir. Ve böyle bir giysi yapılıp, yapılamayacağı yıllardır tartışılmaktadır. Konuyla ilgili birçok çalışma da yapılmaktadır.

Bu konuyla ilgili yapılan önemli çalışmalardan biride, Tokyo Üniversitesi'nden Prof. Susumi Tachi ve ekibinin geliştirdiği kamuflaj giysisidir. Bu elbise giyen kişiyi büyük oranda görünmez kılmaktadır(Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Tokyo Üniversitesinde Geliştirilmiş Görünmezlik Sağlayan Giysi
[www.star.t.u-tokyo.ac.jp/projects/MEDIA/xv/oc-j.html, 2007]

Görünmezlik sağlayan giysilerle ilgili olarak araştırmalarını sürdüren bir diğer ülkede Çin'dir. Çinli bilim adamlarının geliştirmiş olduğu giysi Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17. Görünmez Yapan Giysi [Norstebo, 2004].

Bu ceketler, geri - aksettirici materyal (retro-reflective material) adı verilen özel bir materyalden yapılmıştır. Geri aksettirici materyalin yüzeyi küçük yansıtıcılarla kaplıdır. Bu yansıtıcılar sayesinde materyale ışık çarptığında ışık tekrar aynı yönde geri yansımaktadır. Böylece ceket üzerinde parlaklığın düzgün olduğu bir görüntü elde edilmektedir. Görüntünün tam olarak nasıl elde edildiği ise “Üretim tekniği ve çalışma prensibi” kısmında anlatılmaktadır.

Kamuflej giysisi özellikle askeri alanda, giysiyi kullanan açısından büyük avantaj yaratacağından kullanılmaya çok müsaittir.

Ayrıca görünmezlik sağlayan kumaşın nesneler üzerine de kaplanabileceği, böylece burun kısmı bu kumaşla kaplanan uçakların, iniş sırasında pilota pisti görme imkânı vereceği kaydedilmektedir [Hightex, 2005, www.haberx.com, 2006].

Aynı zamanda uçağın, pilot kabinin tam alt kısmına geri aksettirici materyallerden elde edilmiş bir kumaş kaplanarak, pilotun pisti ayağının altında görebilme imkanı verebileceği ve aynen arabaların arka iç kısmına kaplanarak, arabayı geri olarak park ederken sürücünün görüşünün maksimuma çıkartılabileceği belirtilmektedir (Şekil 4.18)



Şekil 4.18. Retro-Reflective Materyallerden Üretilmiş Kumaşların Kullanım Alanları [www.star.t.u-tokyo.ac.jp/projects/MEDIA/xv/oc-j.html, 2007]

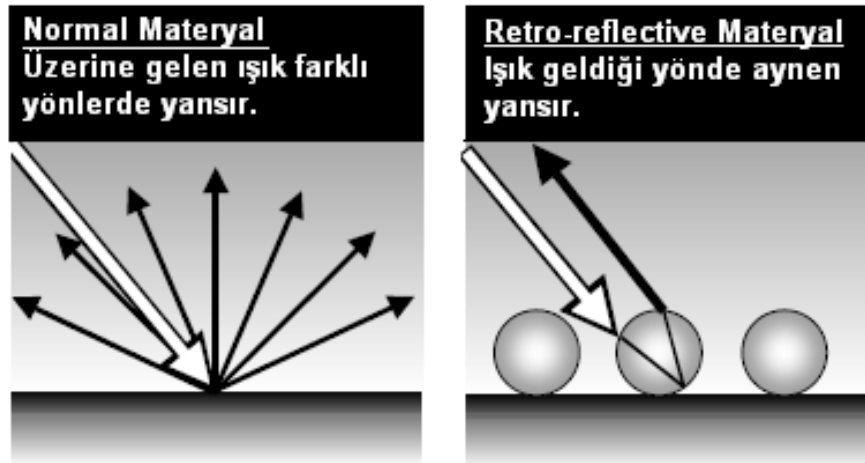
Prof. Susumi Tachi ve ekibinin belirttiğine göre, önümüzdeki yıllarda bu teknolojinin ayrıca evlerin duvarlarında uygulanacak ve böylelikle pencere olmaksızın tamamıyla içerde oturan kişi dışarıyı görebilecek, fakat dışarıdan içerisi görünmeyecektir.

4.2.3.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

Görünmez giysilerin üretim tekniğinin temelini; “retro-reflective material” olarak anılan, Türkçe’ye “ışığı geri aksettirici materyaller” olarak çevrilmiş, küçük yansıtıcılar oluşturmaktadır.

Bu materyalleri kullanarak, konunun önemli araştırma ve geliştirme çalışmalarından birisini sürdüren Prof. Susumi Tachi ve ekibi, “RPT-Retro Reflective Projection Technology” adında bir teknoloji oluşturmuşlardır. RPT için özel materyaller kullanılmaktadır.

Bu giysilerde önemli olan, ileri ki paragraflarda daha iyi anlaşılacağı üzere, görüntünün yansıtıldığı yüzeydir, yani kumaştır. RPT, en iyi yansıtıcı yüzeylerden biri olan sinema ekranından farklı olarak, retro-reflective materyaller ile elde edilmekte ve genelde giysilerde kullanılmaktadır. Retro-reflective materyallerin yüzeyi çok küçük yansıtıcılarla kaplanmıştır. Işık, retro-reflective materyal üzerine geldiğinde, aynen geldiği yönde yansımaktadır. Böylece parlaklıkta bir kayıp olmaksızın görüntü yansıtılabilmektedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. Retro-Reflective Materyallerin, Diğerlerinden Farklı Yansıtma Özelliği
[www.star.t.u-tokyo.ac.jp/projects/MEDIA/xv/oc-j.html, 2007]

Işığ ı geri aksettirici materyaller, kumaş üzerine laminasyon(kaplama) yöntemiyle apliedilmektedir. Daha sonra bu kumaşt an bir kaban veya ceket elde ederekten görünmez giysinin temeli oluşturulur(Şekil 4.20).



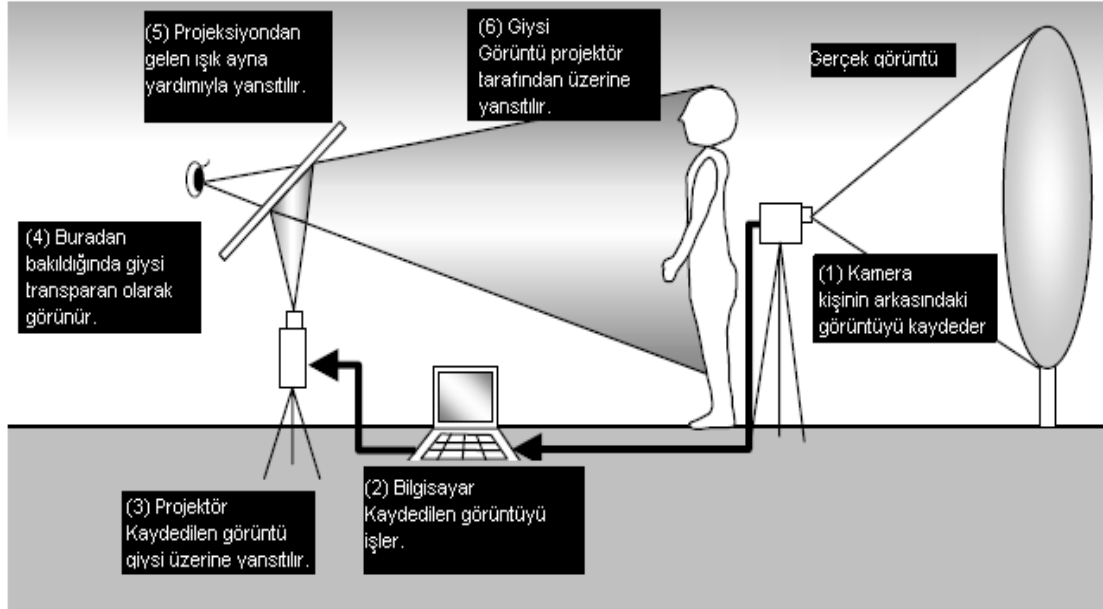
Şekil 4.20. Işığ ı Geri Aksettirici Materyaller Kullanarak Elde Edilen Giysi [www.star.t.u-tokyo.ac.jp/projects/MEDIA/xv/oc-j.html, 2007]

Yukarıda da şekli verilen kaban elde edildikten sonra, giysiyi görünmez kılan teknolojisinin çalışma prensibi ise şu şekildedir: Ceketin arkasına yerleştirilen bir kamera , kişinin arkasındaki görüntüyü kaydeder. Sonra bu görüntüyü bilgisayara gönderir ve bilgisayar bu görüntüyü işler. Bilgisayarda işlenen görüntü projektöre gelir ve bir aynaya yansıtılır. Aynadan da görüntü giysi üzerine yansıtılarak, aradaki görüntü ön tarafa alınmış olur. Bu aynen, öndeki görüntünün arka tarafa yansıtılmasıyla da görünmezlik elde edilmiş olunur(Şekil 4.21).



Şekil 4.21. Görünmez Giysiler [www.star.t.u-tokyo.ac.jp, 2007]

Görünmez giysilerin çalışma prensibi, ayrıca şematik olarak Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Görünmez Giysilerin Çalışma Prensibinin Şematik Görünümü [www.star.t.u-tokyo.ac.jp/projects/MEDIA/xv/oc-j.html, 2007]

4.2.4. Temasa, Dokunulmaya Karşı Duyarlı Kumaşlar

4.2.4.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Her geçen gün, teknoloji ilerledikçe her alanda bir çok gelişmenin meydana geldiği yadsınamayacak bir gerçektir. Ve bu teknolojik ilerlemenin içerisinde tüm teknolojik ürünler mobil bir hal almaktadır.

İşte bu mobilleşme sürecinde insanların her zaman yanlarında taşıyabileceği veya giyebileceği ürünlerin yaygınlaşması kaçınılmazdır. Bu aşamada devreye temasa, dokunulmaya karşı hassas-tepki veren kumaşlar girmiştir.

Bu gelişmeden, elektronik cihazlarda arabirim olarak kullandığımız; klavyeler, joypadler, uzaktan kumandalar, interaktif konsollar vs. nasiplerini almaktadırlar.

Bilindiği üzere yukarıda saydığımız bu cihazlar, genellikle esnek olmayan, rijit, katlanamayan bir yapıya sahiptirler. Ama bu günlerde arabirim olarak kullanılan cihazlar tekstil yapılarından üretilebilmektedir. Yani arabirim olan cihazlar artık katlanabilir, esneyebilir bir yapıya kavuşmuşlardır. Bununla ilgili örnekler Şekil 4.23, Şekil 4.24 ve Şekil 4.25’de verilmektedir.



Şekil 4.23. Elektronik Cihazlarda Klavye Olarak Kullanılan Akıllı Tekstiller
[www.eleksen.com, www.softswitch.com, 2005]

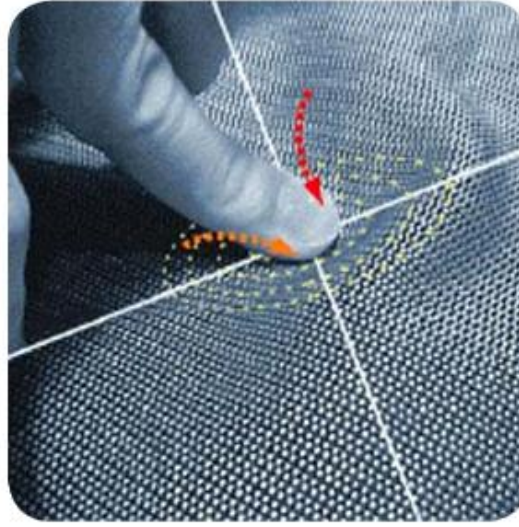


Şekil 4.24. Televizyon Kumandası Olarak Kullanılan Akıllı Tekstiller
[www.eleksen.com, www.softswitch.com, 2005]



Şekil 4.25. Joypad Veya Mouse Olarak Kullanılan Akıllı Tekstiller
[www.eleksen.com, www.softswitch.com, 2005]

Bu akıllı tekstil yapıları dokunulmaya(basınca) karşı duyarlı bir yapıya sahiptirler. Başka bir deyişle bu kumaş yapısı, neresine basıldığını ve ne şiddette basıldığını(baskı uygulandığını) belirleyebilmektedir. Bunu yapısında bulundurduğu basit elektronik parçalar (sensörler vs.) ve bir yazılım sayesinde yapabilmektedir[www.eleksen.com, 2005].



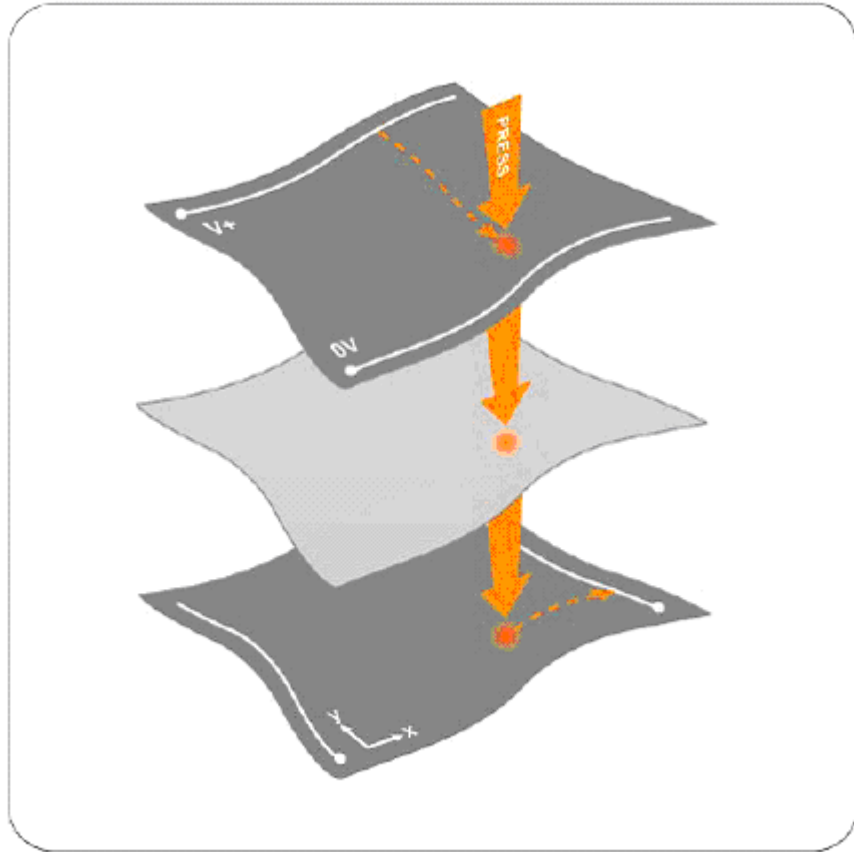
Şekil 4.26. Temasa, Dokunulmaya Karşı Hassas Kumaşlar [www.eleksen.com, 2005]

Elde edilen kumaş yapıları yukarıdan bahsedilen, arabirim olarak kullanılmalarının dışında, yine üzerinde elektronik aksam taşıyan giysilere entegre olarak kullanılmaktadırlar. Bununla ilgili olarak, daha ileri kısımlarda anlatılacak olan mp3 ceketin ve giyilebilir bilgisayarların kontrol tuşlarını örnek olarak gösterebiliriz.

Ayrıca bu kumaş yapıları, yıkanmaya, buruşmaya, kırışmaya, delinmeye karşı dayanıklı olup, her türlü kullanıma uygundur. Çok hafif olduğu için de taşınması kolaydır[www.eleksen.com, 2005].

4.2.4.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

Konuyla ilgili önemli çalışmalar yapan firmalardan Eleksen firması, ElekTex™ ticari ismiyle, dokunulmaya karşı duyarlı olan kumaşlar üretmektedir. Ürettikleri kumaş yapısı, teması ve hareketi tanımlayabilmektedir. Uygulama yerine göre pul büyüklüğündeki boyutlardan, yatak örtüsü büyüklüğündeki boyutlara kadar üretilebilmektedir. Ayrıca 0,6 mm inceliğe sahip olup, bükülebilir bir yapıya sahiptir. Bu firmanın üretmiş olduğu kumaş yapısının şematik görünümü Şekil 4.27’de verilmiştir[www.eleksen.com, 2005].



Şekil 4.27. Temasa, Dokunulmaya Karşı Hassas Çok Katlı Kumaş Yapısının Şematik Görünümü (ElekTex™) [www.eleksen.com, 2005]

Temasa, dokunulmaya karşı duyarlı akıllı kumaşların üretim tekniğinin temelinde, çok katlı bir kumaş yapısı oluşturmak yatmaktadır. Bu sayede iletken tabakalar, yalıtkan tabakalarla kombine şekilde kullanılır ve kumaşın, üzerine uygulanan basınca karşı tepki vermesi sağlanır.

ElekTex ticari isimli kumaş beş katlı bir yapıya sahiptir. En üst katta iletken karbon bir kumaş tabakası, bir alt katta izole edici özelliğe sahip ayırıcı tabaka, orta katta kısmen iletken kumaştan yapılmış bir tabaka, daha sonraki katta yine izole edici özelliğe sahip ağ tabaka ve en alt katta iletken karbon kumaş tabakası bulunmaktadır (Şekil 4.28) [www.eleksen.com, 2005].



Şekil 4.28. Dokunulmaya Karşı Hassas Kumaşın, Çok Katlı Yapısının Görüntüsü [www.eleksen.com, 2005]

Çalışma prensibi ise şöyledir; temas sonucunda oluşan basınç sebebiyle iletken tabakaların birbirine değmesiyle sistem içinde bir akım oluşur. Oluşan akım sonucunda, istenen etki sağlanır. Yani kumaş, bir bilgisayar klavyesindeki tuşun prensibi ile çalışmaktadır.

4.2.5. Nemi Algılayan Kumaşlar

4.2.5.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Bu kumaşlar, üzerlerindeki nemi algılama özelliğine sahiptirler. Üzerlerine bir sıvı temas ettiği anda gerekli yerlere uyarı sinyali göndermektedirler. Nem algılama özelliğine sahip bu kumaşların, çok tabakalı bir kumaş yapıları vardır (Şekil 4.29) [www.eleksen.com, 2005].

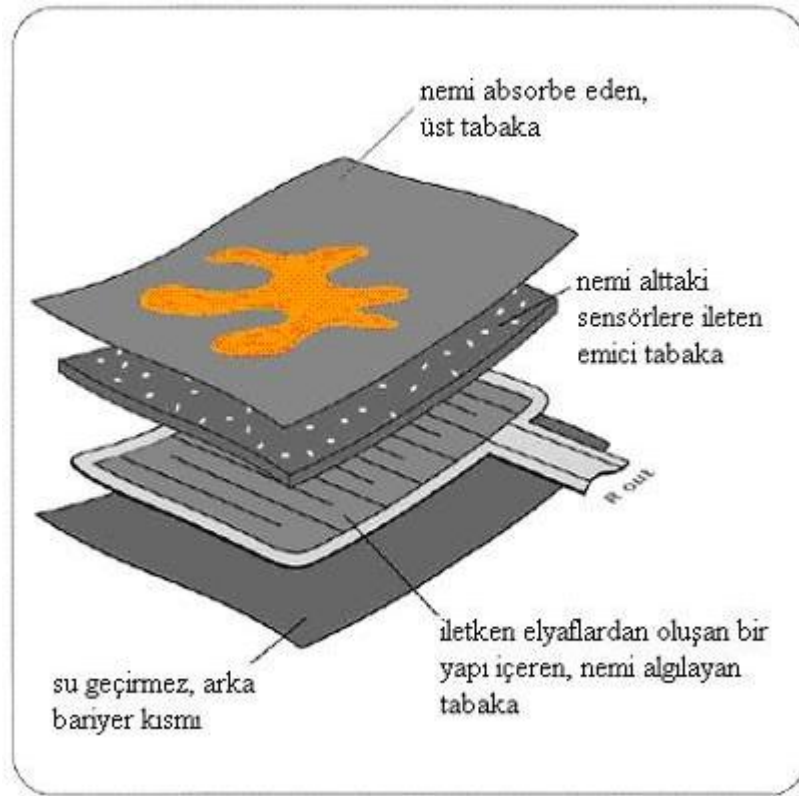


Şekil 4.29. Nemi Algılayan Kumaş [www.eleksen.com, 2005]

Nemi algılayan kumaşlar, ilk olarak sağlık sektörüne hizmet etme amacı ile ortaya çıkmıştır. Özellikle idrarını tutamayan hastaları gözlem altında tutmak ve onlara yardım etmek için geliştirilmiştir. Yani hastanelerde yatak üzerine serilen çarşafların alt kısmında kullanılmaktadır. Nemi algılayabilen bu kumaşlar tamamıyla yıkanabilir özellikte olup zorlu çevre şartlarına dayanabilecek şekilde geliştirilmiştir [www.eleksen.com, 2005].

4.2.5.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

Nemi algılayan kumaşları piyasaya ilk olarak sunan ve bu konu üzerinde önemli çalışmalar yapan firmalardan biriside Eleksen firmasıdır. Şekil 4.30'da verilen kumaş yapısı bu firmaya ait olup, nemi algılayan kumaşların yapısı hakkında bize bilgiler vermektedir[www.eleksen.com, 2005].



Şekil 4.30. Nemi Algılayan Kumaşların Yapısının Şematik Görünümü
[www.eleksen.com, 2005]

Kumaşın çok katlı yapısını oluşturan katmanlardan ilki, sıvıyı absorbe eden en dış katmandır. Bu kat absorbe ettiği sıvının bir kısmının, bir alt tabakaya geçmesine müsaade eder. Emici tabaka ise yapısında bulunan çok az miktardaki sıvının sensörlerle buluşmasını sağlar. Sıvıyla temasta bulunan algılayıcı tabaka, iletken elyaflardan oluşmakta olup, nemi algılamasıyla birlikte gerekli yerlere sinyal göndermektedir. En altta bulunan tabaka ise, sızan sıvıların bu çok katlı kumaş

yapısının dışına çıkmasına izin vermemektedir. Su geçirmez bir kumaştır(Şekil 4.31) [www.eleksen.com, 2005].



Şekil 4.31. Nemi Algılayan Kumaş [www.eleksen.com, 2005]

4.2.6. Eğilmeye, Burulmaya Karşı Duyarlı Tekstiller

4.2.6.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Yine akıllı tekstillerden birisi olan, eğilmeye,burulmaya karşı duyarlı tekstiller, konvansiyonel tekstillere alternatif tekstil olarak bizlere sunulmuştur. Bu kumaş yapısı, eğilmeye ve burulmayı, yani herhangi bir yönde kendisine uygulanan zorlanmayı algılayan ve buna göre tepki veren bir teknolojiye sahiptir (Şekil 4.31, Şekil 4.32) [www.eleksen.com, 2005].



Şekil 4.31. Eğilmeye, Burulmaya Karşı Duyarlı Tekstiller [www.eleksen.com, 2005]



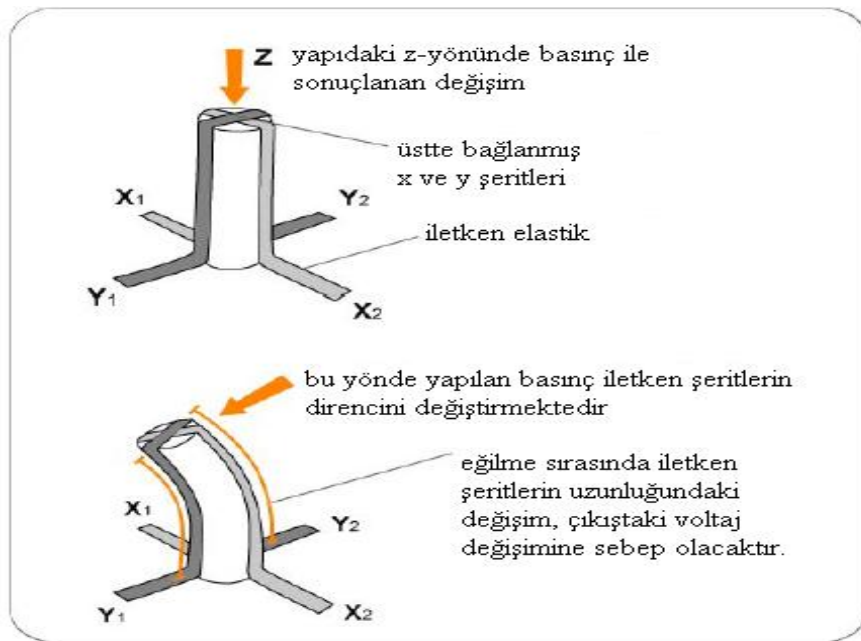
Şekil 4.32. Eğilmeye, Burulmaya Karşı Duyarlı Tekstiller [www.eleksen.com, 2005]

Bu teknoloji özellikle oyuncakların, eğilmeye ve bükülmeye karşı tepki vermeleri istendiğinde veya bilgisayar oyunları için kullanılan kumanda kolu olarak kullanılabilir[www.eleksen.com, 2005].

4.2.6.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

Bu tekstil yapısı; bir kauçuk yapı üzerine iletken ve esnek şeritleri bünyesinde barındıran bir kumaşın kaplanmasıyla elde edilmektedir. İletken ve esnek şeritleri üzerinde barındıran kumaş, kauçuk yapının dört bir kenarını sarmaktadır. Sistemin temelini oluşturan esnek ve iletken şeritlerin boyunun uzaması veya kısalmasıyla değişken dirençler meydana gelmekte ve bu da değişken voltaj değerlerini ortaya çıkarmaktadır. Voltaj değişiminin seviyesi, iletken şeridin uzama veya kısalma miktarıyla orantılı olarak değişmekte ve bunun karşılığında tepki direk olarak gerekli yerlere aynı seviyede aktarılmaktadır.

Bu konuyla ilgili çalışma yapan firmalardan Eleksen firmasının yapmış olduğu kumaş yapısı ve zorlanmalara karşı yapının sergileyeceği çalışma prensibi basit bir anlatımla Şekil 4.33’de aşağıda gösterilmiştir[www.eleksen.com, 2005].



Şekil 4.33. Eğilmeye, Burulmaya Karşı Duyarlı Kumaş Yapısının Ve Zorlanma Karşısındaki Davranışının Şematik Gösterimi [www.eleksen.com, 2005]

4.2.7. Elektro-Tekstiller ve Giyilebilir Bilgisayarlar

Çalışmanın bu kısmında, diğer kısımlardan farklı olarak, temelinde elektro-tekstil ve giyilebilir bilgisayar teknolojisi yatan akıllı tekstil örneklerinin, öncelikle tek başlık altında, üretim tekniklerinin temeli anlatılmış, daha sonra bu tanıma giren akıllı tekstillerin genel özellikleri, kullanım alanları ve çalışma prensipleri ayrı ayrı başlıklar halinde ele alınmıştır.

4.2.7.1. Üretim Tekniklerinin Temeli

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 [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

Tekstil kumaşlarının iletkenliğini değiştirme doğrultusundaki ilk yaklaşım metalik tellerin ve ince metalik bantların kullanımınıdır. Metalik teller kumaş yapısı içerisine ağ gibi örülür ve kumaşa gerekli elektriksel özellikleri kazandırır. Kumaşın elektrik iletkenliği tel çapı ile kumaş yapısı içindeki tel yoğunluğu sayesinde kontrol edilir. Metot esas olarak son derece sınırlı esnekliği, artan ağırlığı ve son ürünün formuyla ilgili problemler tarafından karakterize edilen kumaşların üretimiyle sonuçlanmaktadır. İstenilen şekilleri oluşturmak için iletken kumaşlardan belirli desenleri kesmek zorunda kalınırsa örülen tellerin devamlılığı kesileceği için iletkenlik sabit kalmaz. Bununla birlikte bu metot sonuçta elektromanyetik koruma gibi özel uygulamalar için uygun iletken kumaşlar sunmaktadır.

Bazı çalışmalar doğrudan kumaş konstrüksiyonuna müdahale edilmeksizin, liflere herhangi bir ön modifikasyon yapılmaksızın elektriği ileten kumaş üretilmesi yönündedir.

Tekstil endüstrisinde kullanılan sentetik lifler polimerlerden yapılmaktadır. Polimerlerin organik kombinasyonu elektrik akımının geçmesi için gerekli olan serbest elektronları saklamamaktadır. Sentetik tekstil liflerinin üretiminde kullanılan polimerin tipik özgül direnci 10^{10} ohm seviyesinden daha yüksektir. Bu durum elektriği çok iyi yalıtan bir materyale uygundur. Elbette elektrik izolasyonu dışında herhangi bir elektriksel uygulama için bu tür materyallerin kullanılma ihtimali kesinlikle yoktur. Elektriği ileten tekstil materyallerine ihtiyaç duyulması nedeniyle elektriği iyi ileten materyalleri geliştirmek için yapılmış birçok araştırma çalışmaları vardır. Polimer biliminde zaten elektrik iletme özellikleri olan çok sayıda polimer bilinmektedir. Bununla birlikte bu materyaller genelde tekstil kumaşlarının üretimi için diğer tekstil lifleriyle birlikte işlenebilen lifli tekstil materyallerinin spesifik özelliklerine sahip değildir[Vassiliadis, Provatidis, Prekas ve Ranguss, 2004].

Tekstil materyallerinin yalıtıcı halden elektriği ileten hale dönüştürülmesi için çeşitli metotlar bilinmektedir. Çalışmalar nihai kumaş yapısına doğrudan müdahale edilerek ve liflere herhangi bir ön modifikasyon yapılmaksızın elektriği ileten kumaşların üretimi için yapılmıştır. Bunların en ilginçleri aşağıdakilerdir:

- Kumaşlara antistatik maddelerin emdirilmesi: Üretim işleminin sonuna yaklaşan kumaşa antistatik maddeler (çoğunlukla karbon dolgulu reçineler) emdirilir. Sonuçta elektriği ileten materyaller elde edilir, ancak elektriksel özellikler kararlı değildir ve iletkenlik yeterince yüksek değildir.
- Kumaşların ve dokusuz yüzeylerin iletken maddelerle kaplanması: Denemeler iletken polimerler ve çoğunlukla da polipirol (PPy) kullanılarak yapılmıştır. Bu metot tatmin edici sonuçlar vermekle birlikte bu aynı zamanda birçok dezavantajlar ortaya çıkarmaktadır. Bu metodun belirtilmesi gereken olumlu yönleri; elektrik iletkenliği çok hassas olarak kontrol edilebilmesi, elektriği ileten materyallerin üretiminin çok karmaşık olmaması ve tek bir işlem safhasının ilave edilmesidir. Bazı araştırmacılar çalışmalarını mevcut elektriği ileten polimerleri kullanarak iletken lifler üretimi üzerinde odaklanmıştır. Polianilin, polyamid-11 ve polivinil alkol vs. gibi materyaller ilginç elektriksel özelliklere sahiptir ve tekstil liflerinin üretiminde kullanılmaktadır. Bununla birlikte bu tür liflerin esnekliğinin sınırlı olması

onların genel uygulamalarda kullanımını kısıtlamaktadır. Ara çözüm olarak iki yapı materyalinin özelliklerini birleştirmek için iletken polimerler ile yaygın tekstil liflerinden yapılmış lif harmanları önerilmektedir. Benzer bakış açısıyla iletken metalik lifler ile tipik yalıtkan tekstil liflerini karıştırmak suretiyle yapılan çalışmalar vardır. Bakır, gümüş veya paslanmaz çelik lifler bile kullanılmıştır. Bu metot tipik sentetik lifler ile ince metalik liflerin karıştırılmasını gerektirmektedir. Hem ince metalik liflerin üretimi ve hem de onların işlenmesi birçok zorluklar çıkarmaktadır. Sentetiklerden daha sert oldukları ve çekim işleminde gerekli mekanik elemanların yüzeyine problem olduğu için alışılmış eğirme makineleri metalik lifleri işleyememektedir. Üretilen materyaller çok az esnektir ve ağırlıkları fazladır.

- ü Elektroiletken bileşiklerin tozuyla doldurulmuş polimerler: liflerin içerisinden elektrik akımının geçmesine müsaade etmek için polimer kütlesi çoğunlukla karbon veya metal tozu içermektedir. %25 veya daha fazla dolgu maddesi katıldığında tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Ne yazık ki bu kadar yük iletken partiküllerin bulunması liflerin mekanik özelliklerini çok kuvvetli bir şekilde etkilemekte ve onların alışılmış tekstil uygulamalarında kullanımını sınırlamaktadır. Daha teknik antistatik uygulamalarda bunların kullanımını sınırlayan liflerin koyu bir renge sahip olmalarıdır(Şekil 4.34).



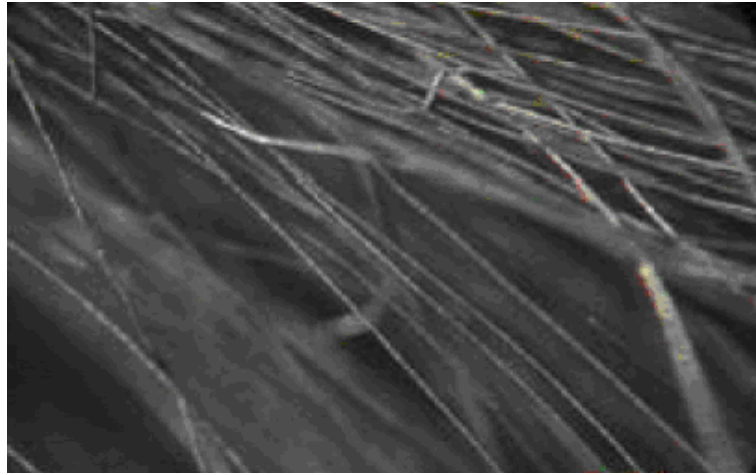
Şekil 4.34. Elektroiletken Bileşiklerin Tozuyla Doldurulmuş Polimerler
[Deguillement, 2003]

- ü Vakumla metal serme: Bu metot alüminyum gibi metal partiküllerinin fiziksel işlemler kullanılarak liflere konulmasını hedefler. Partiküller lifin gövdesine kuvvetli bir şekilde bağlanmamıştır ve düşük adhezyon zayıf sonuçlara sebep olur. Bu metot yalnızca çok ince bir metal tabakası istendiğinde uygulanır. Daha fazla elektrik iletkenliği gibi daha iyi elektriksel özellikler kolayca elde edilemeyen daha kalın metal kaplama gerektirir.
- ü Galvanik kaplama: Lifler bir galvanik işleme tabi tutulur ve bir metal film ile kaplanır. Teorik olarak kontrol edilebilir sonuçlar verebilmesine rağmen, bu metodun zaten elektriği ileten liflere ihtiyaç duyması asıl dezavantajdır. Böylece onun uygulaması esas olarak karbon ve grafit lifleri ile sınırlıdır.
- ü Kimyasal kaplama: Bu metot iyi elektriksel özelliklere sahip elektriği ileten tekstil liflerinin üretimi için en uygun metotlardan biridir. Bu kimyasal işlem liflerin metal tuzlarını aldığı ve daha sonra indirgenmesiyle iletken metallerin liflerin üzerinde kaldığı bir banyo içerisinde liflerin işlenmesi esasına dayanmaktadır. Kimyasal kaplamadan sonra lifler gerekli elektriksel iletkenliğe ve onların üzerinde homojen metal dağılımına sahip olduğu için ilave galvanik metalizasyon işlemine tabi tutulabilir. Lifler başlangıçtaki mekanik özelliklerin çoğunu muhafaza eder ve eğirme prosesinde değişiklikler ve modifikasyonlar olmaksızın alışılmış tekstil lifleri gibi işlenebilirler. Metodun teknik karmaşıklığı esas dezavantajdır. Çok aşamalı işlem gerektirmesi iletken liflerin maliyetinin nispeten yüksek olmasına yol açar. Her bir aşamadan sonra liflerin dikkatli bir şekilde yıkanması gerektiği için üretim maliyetini artıran diğer bir faktör atık suyun işlenmesidir.

Son metodun bir alternatifi akrilik liflerinin çekim aşamasından sonra direkt olarak metalleştirilmesidir. Düzeden sonra direkt olarak çıkan lifler henüz kuru değildir, hala yaş şartlardadır ve jel özelliklerini korumaktadır. Bunların açık yapısı maddelerin absorpsiyonu için uygundur. Lifler metal tuzu banyosuna girerler ve seyreltilmiş tuzları alırlar. Banyo genellikle nikel tuzları ve indirgen maddeler içerir. Metal kaplamadan sonra lifler yıkanır ve gerdirilir. Klasik kimyasal kaplamanın bu alternatifi liflerin modifikasyonu için gerekli olan işlem aşamalarının azaltır.

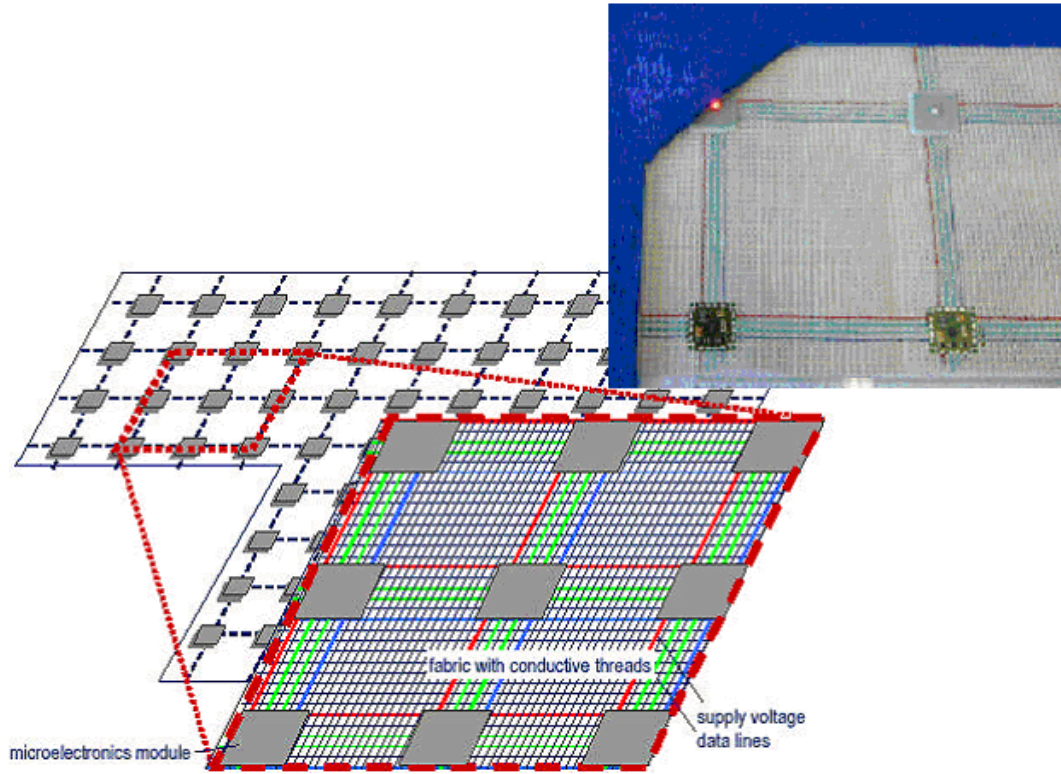
Metalizasyon sadece bir adımda yapılır. %3-4'lük metal içeriğiyle özgül elektrik direnci 10^{-4} Ω m civarına düşmektedir. Bununla birlikte metal zamanla özgül direnci artıran oksidasyon ve materyalin korozyonuna karşı duyarlıdır. Mesela nemli ortam gibi ekstrem durumlarda liflerin elektro iletkenlik özellikleri kaybolabilir. Galvanik işlem bu problemin çözülmesini sağlar. Banyo içerisindeki 10 dakikalık bir duruş liflerin metal içeriğini %15 civarına yükseltir. Metalize akrilik lifleri tow formunda üretilmektedir. Bunlar şapel lif uzunluğuna getirmek için kesilmektedir. Şapel metalize akrilik lifleri iplik ve kumaşa daha iyi dönüştürülebilmektedir.

Şekil 4.35'de elektriği ileten metalize akrilik lif bandının mikroskop altındaki resmi gösterilmektedir. Liflerin metalik yüzeyi gelen ışığı yoğun bir şekilde yansıttığı için parlaktır [Vassiliadis, Provatidis, Prekas ve Ranguss, 2004].



Şekil 4.35. Metalize Akrilik Liflerinin Mikroskopik Görüntüsü[Deguillement, 2003].

Şekil 4.36'da iletken elyaflar sayesinde elde edilmiş bir elektronik tekstil yapısı görülmektedir. İletken elyaflarla elde edilmiş bu ürünler yıkanabilir özelliktedir[Deguillement, 2003].



Şekil 4.36. İşlemciler Arasında Bağlantıyı Sağlayan İletken Elyafların Kumaş Yapısındaki Gömülmüş Şekli [Deguillement, 2003]

Sonuç olarak; çalışmanın bu kısmında anlatılacak olan elktro-tekstiller ve giyilebilir bilgisayarlar, iletken elyaflarla elde edilmiş kumaşlara, rijit elektronik komponentlerin entegrasyonu sonucu elde edilmektedirler. Bu açıdan üretim tekniklerinin temelinde lif yapısını iletken hale getirmek yatmaktadır. Diğer kısımlar ise tamamıyla; işlemci, GPS, algılayıcı, mp3 çalar, mikrofon vs. gibi elektronik aksamlardan oluşmaktadır. Yani akıllı tekstil teknolojisi açısından şu an için sadece iletken lifler önem arz etmektedir. Gelecekte ise bu elektronik komponentlerin tamamıyla tekstil olarak üretilebilmesi amaçlanmaktadır.

4.2.7.2. İnsan Vücudunun Hayati Sinyallerini Tespit Eden Giysiler

Sistemin temel olarak insanın hayati sinyallerini(nabız, tansiyon, ateş vs. gibi) ölçüp, görüntüleyebilmekte ve gerekli yerlerle çift taraflı iletişim kurabilmektedir. İletişim radyo dalgaları vasıtasıyla yapılmaktadır. Bu sistem daha çok askeri personeller, itfaiyeciler, sağlık ekipleri, kurtarma ekipleri ve polisler için geliştirilmiştir [Jose, 2005].

Sistem üzerinde; çeşitli ısı, basınç vs. algılayıcılar, sensörlerden gelen bilgileri değerlendiren bir işlemci, bir görüntü elemanı ve bağlantıları sağlayan iletken, optik elyaflardan oluşmaktadır. Yani giysi, elektronik donanımlarla, bir tekstilin kombinasyonundan oluşmaktadır.

Çalışma prensibi şu şekildedir; sensörlerden gelen sinyalleri, yine giysi üzerindeki çok fonksiyonlu bir işlemci, değerlendirir ve işler. Değerlendirilen sonuçlar görüntü elemanından görülebilir. Ayrıca bazı giysiler üzerinde kablosuz olarak bilgisayar ile iletişim kuran donanımlar mevcuttur. Yine bu sayede daha uzaktaki bir kişi ile internet sayesinde bağlantı kurulabilmekte ve giysiyi giyen kişinin hayati fonksiyonları hakkında bilgi edinilebilmektedir.

Bu alanda çalışan firmalardan biride Sansatex firması olup, “SmartShirt” adında bir sistem geliştirmiştir(Şekil 4.37, Şekil 4.38) [Jose, 2005].



Şekil 4.37. Hayati Sinyalleri Tespit Eden Giysiler (Smart Shirt) [Lopez, 2005]

Vivometrics firmasının geliştirmiş olduğu, LifeShirt sistemiyle ilgili örnekler Şekil 4.39’da verilmiştir.

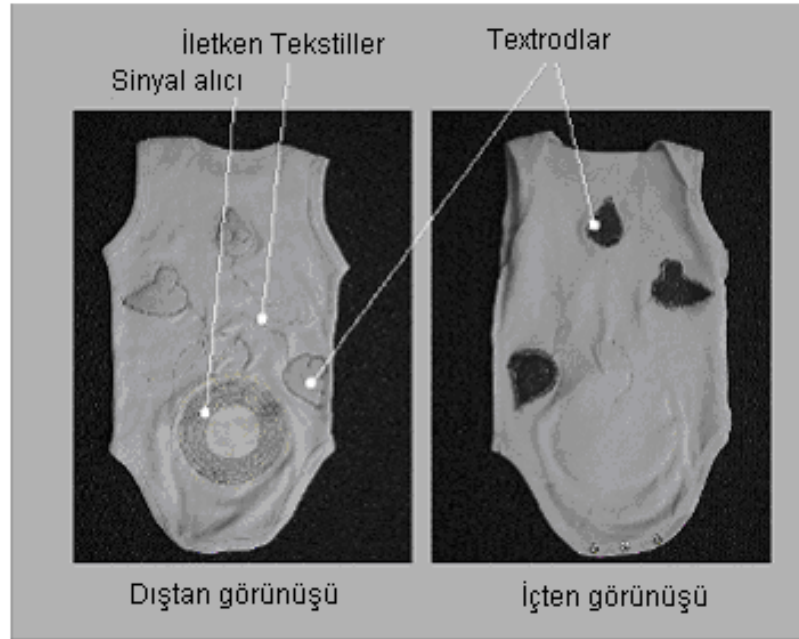


Şekil 4.39. Hayati Sinyalleri Tespit Eden Giysiler(LifeShirt) [Hightex, 2005]

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 eden giysiler de geliştirilmiştir (Şekil 4.40, Şekil 4.41). Giysi anne veya babanın PDA yada PC’si ile kablosuz iletişim kurabilmektedir. Bebeğin nefes alıp vermesi durduğunda giysi bir alarm göndermektedir.



Şekil 4.40. Bebekler için Akıllı Tulum [www.spectrum.ieee.org, 2004]



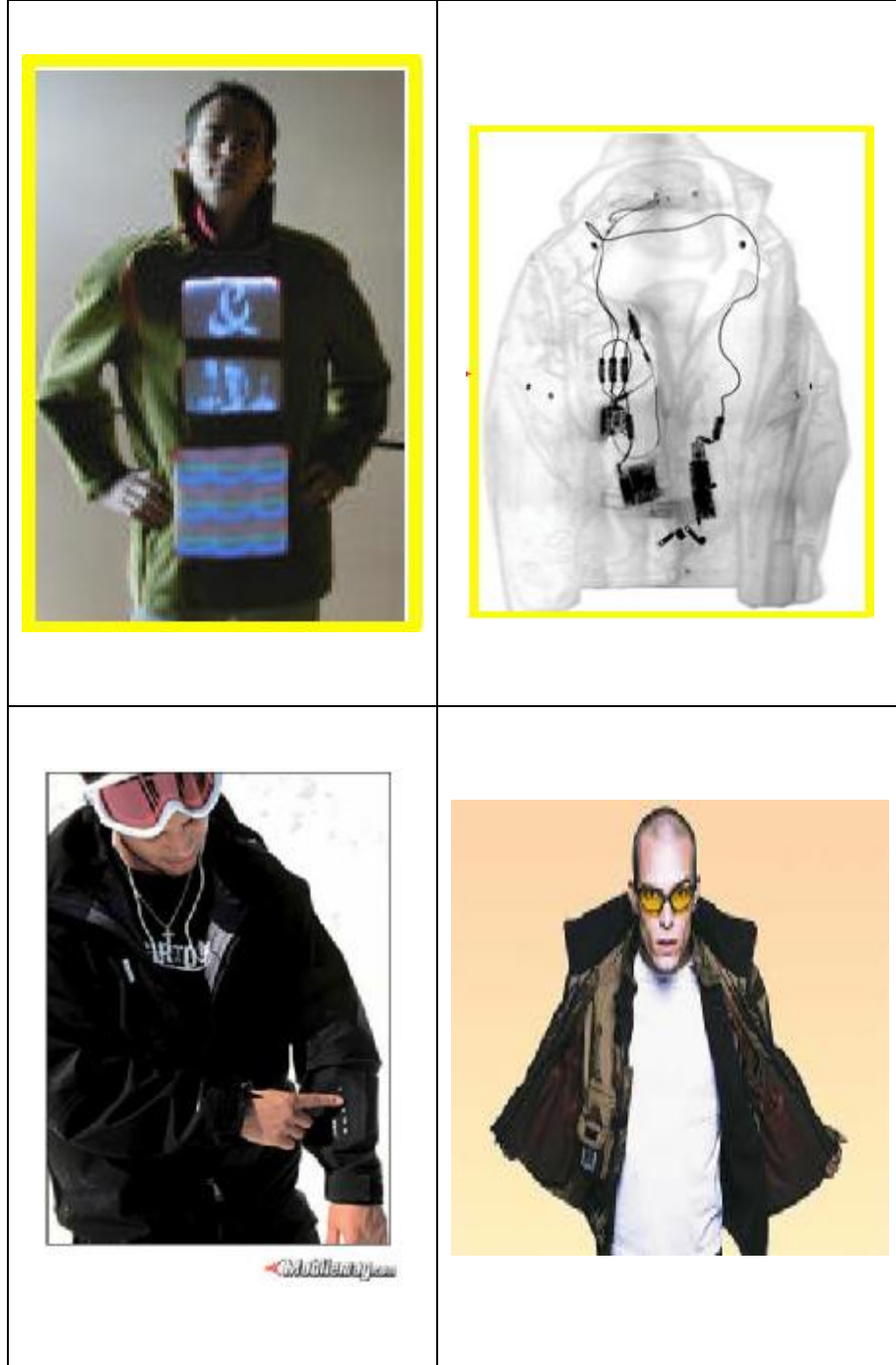
Şekil 4.41. Akıllı Tulumun Yapısı [www.textiles.ugent.be, 2006]

4.2.7.3. Giyilebilir Bilgisayarlar

Halen günümüzde giysilerin sadece giyeni iklimsel dış etkilerden koruma yada estetik gösterme gibi birkaç tane basit fonksiyonu olduğu zannedilmektedir. Fakat dünyanın her alanında olduğu gibi, tekstil ürünleri de 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 açısının geliştirebilmekte ve bilgilerin, kullanıcının istediği yerde ve zamanda kullanılmasını sağlamaktadır[Jose, 2005].

Bu giysiler günümüzde inanılmaz derece gelişen elektronik sektörünün, giysilerle entegrasyonundan elde edilmektedir(Şekil 4.42).



Şekil 4.42. Giyilebilir Bilgisayar Örnekleri [Deguillement, 2003]

Kullanım alanları ise şöyledir;

- P** Çalışma Alanlarında : Faydalı bilgilerin görüntülenebilmesi, internete bağlanılabilmesi vs.
- P** Sağlık Alanında : Sağlık parametrelerinin (nabız, tansiyon vs.) görüntülenmesi vs.
- P** Güvenlik Alanında : Tehlikenin belirlenmesi, yardım çağrılması[Jose, 2005].

4.2.7.4. Müzik Dinlenebilen Giyim Ürünleri

Bu alanda önemli çalışmalar yapan şirketlerden birisi de Infineon şirkettir. Şirket Münih deki Master School of Fashion okulu ile ortaklaşa bir çalışma yapmaktadır. Üretilen bu giyside MP3 formatındaki müzikler dinlenebilmektedir (Şekil 4.43).



Şekil 4.43. Müzik Dinlenebilen Ceket [www.electricnews.net, 2005]

MP3 Jacket olarak adlandırılmış bu akıllı giysi üzerinde, mikroişlemci, çıkartılabilir batarya, ses kartı, kulaklık, mikrofon, hafıza(bellek), esneyebilen klavye gibi bir çok elektronik parçayı barındırmaktadır. Buna rağmen bu giysi, üzerindeki elektronik parçalar çıkarılmaksızın yıkanabilmektedir[www.electricnews.net, 2005].

Giysideki tüm parçalar işlemciye direk bağlıdır. Burada bağlantıyı şerit şeklindeki kablo demetleri oluşturmaktadır(Şekil 4.44)[www.electricnews.net, 2005].



Şekil 4.44. Müzik Dinlenebilen Ceketin Yakından Görünümü [Abdelfattah, 2003]

4.2.7.5. GPS (Global Positioning System) Entegre Edilmiş Giysiler

GPS (Global Positioning System) sistemi, küresel konumlandırma sistemidir. Bu sistem sayesinde dünyanın neresinde bulunduğu kolayca belirlenebilmektedir (Şekil 4.45, Şekil 4.46).



Şekil 4.45. GPS Entegre Edilmiş Giysi [Jose, 2005]



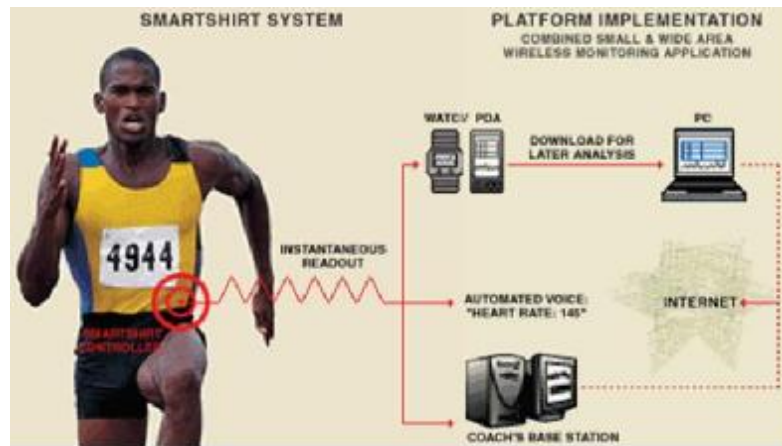
Şekil 4.46. GPS Entegre Edilmiş Giysi [Deguillement, 2003]

Bu sistemin entegre edilmiş olduğu giysilerde bulunmaktadır. Bu giysiler sayesinde giyen kişinin yerinin, hava koşulları ve bulunulan mevki nasıl olursa olsun kolayca ve tam olarak bulunması sağlanmaktadır[Jose, 2005].

Bu giysileri daha çok, itfaiyeciler, acil durum ekipleri vs. kullanmaktadır. Bu sistem sayesinde yardıma ihtiyacı olan insanlara daha çabuk ve daha kolay ulaşılabilir[Jose, 2005].

4.2.7.6. Radyo Dalgaları İle İletişim Kurabilen Giysiler

Bu sistemde; giysi üzerine, radyo frekans dalgaları yayan bir sistem entegre edilmiştir. Bu sistem sayesinde, giysiyi giyen kişiyle dijital olarak bilgi değişimi yapılabilmekte, kişinin yeri belirlenebilmekte ve kişiyle iletişim kurulabilmektedir(Şekil 4.47)[Jose, 2005].



Şekil 4.47. Radyo Dalgaları İle İletişim Kurabilen Giysi [Jose, 2005]

Sistem şöyle çalışmaktadır; giysi belirli bir bant üzerinden, bir verici sayesinde radyo dalgaları yaymaktadır. Bu bilgilerin aktarılması istenen yerde ise bir radyo alıcısı bulunmaktadır ve bu dalgaları almaktadır. Daha sonra bu dalgalar üzerinden alınan sinyaller, bilgisayar üzerinde okunabilir bilgilere dönüştürülmektedir. Daha sonra istenirse, bu bilgiler an ve an internet üzerinde yayınlanarak, istenilen sayıda kişinin bu bilgilere ulaşabilmesi sağlanabilmektedir[Jose, 2005].

4.2.7.7. Isıtma Fonksiyonlu Akıllı Giysiler

Vücut fonksiyonlarının belirli ısı aralıklarında en verimli düzeyde olması nedeniyle ısı düzenlemesi oldukça önemlidir. Çevresel ortam şartlarının yarattığı etki, ortaya koyulan performansı olumlu veya olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Performans üzerindeki bu etki de sürekli olarak dış ortamda görev yapan polis, asker, güvenlik görevlisi gibi bireylerin çalışmalarında hayati etki yapabilmektedir.

Sıcağa karşı olduğu gibi, soğuk ortam şartlarında da insan organizmasının korunması, ileri teknoloji uygulamaları için bir çalışma alanı oluşturmuştur. Isı yalıtımı sağlayan giysi kavramından bahsedilen yerlerde genel olarak birden fazla tekstil materyalinin katmanlar halinde bir araya getirilmesi algılanmış ve bu şekilde vücut ile dış ortam arasında tampon bir bölge oluşturularak uygun bir sıcaklık farkının elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu tür bir çözüm pasif yapılı olarak adlandırılabilir bir korunma sağlamaktadır. Bu tür yapılara alternatif olarak geliştirilebilecek diğer bir düşünce de aktif korunma sağlayan giysi konstrüksiyonlarının sağlanmasıdır. Bu tür aktif ve akıllı giysilerin bir örneği de metabolizma veya iklim şartlarındaki değişimlere cevap verebilecek şekilde dizayn edilen ısıtılabilir giysilerdir.

Isıtma fonksiyonuna sahip akıllı giysilerde kıyafet içerisine yerleştirilen ısıtma kaynağı-ısıtıcı yapılar yardımıyla yeterli termal ortam oluşturularak kullanıcının dış ortamdan etkilenmemesi hedeflenmektedir.

Isıtma fonksiyoneli ile ilgili yapılan çalışmalarda metalik yapılar-rezistans sistemleri, grafit malzemeler, iletken kauçuk, su ısıtılabilir sistemler, ısıtma araçları olarak kullanılmıştır. Ancak bu tür ısıtıcılar, bazı sınırlamaları da beraberinde getirmiştir. Giysinin hacminin ağırlığının artması, sistemin rijitliği, vücutta oluşan terin uzaklaştırılma zorunluluğu ve sistemin vücuda zarar verme ihtimali gibi problemler mevcuttur. Yeni tip iletken lifler, tekstil ürünlerindeki statik yükü azalttığı gibi ısıtıcı tekstil materyallerinin konstrüksiyonlarında da kullanılmaktadır[Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004].

Şekil 4.48’de Finlandiya Tampere Teknoloji Üniversitesi tarafından geliştirilen elektrikli ısıtma özelliğine sahip bir giysi prototipinin genel görüntüsü verilmektedir [Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004].



Şekil 4.48. Isıtıcı Bir Giysi Prototipi [Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004]

4.2.8. Isıya Karşı Duyarlı Giysiler

4.2.8.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Günümüzde kullanılan konvansiyonel giysiler, bilindiği üzere farklı hammaddeye sahip, farklı incelikte olan ipliklerden, farklı gramajdaki ve sıklıktaki kumaşlardan vs. elde edilirler. Bu farklılıkların iki temel amacı vardır: Birincisi mevsime, yani hava koşullarına göre giysiyi oluşturacak kumaşın seçilmesi, ikincisi ise o günün modasına uygun kumaşların seçilmesidir.

İşte bu aşamada, ısıya karşı duyarlı giysiler, konvansiyonel giysilerden farklı olarak hava şartlarına göre uyum sağlamak 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 çalışmalarından bazılarının ticari isimleri; Diaplex®, Oricolco® ve SmartSkin™' dir. Ve bu çalışmaların hepsinin temelini, termal şekil hafızalı materyallerden dokunmuş kumaşlar oluşturmaktadır.

Termal şekil hafızalı materyallerden dokunmuş kumaşlardan elde edilen Oricolco® adlı akıllı gömlek de konuyla ilgili yapılmış, yukarıda bahsi geçen bir çalışmadır. Bu akıllı gömleğin kolları, oda sıcaklığı bir kaç derece arttığında kısılmaktadır. Ayrıca sıkıştırılıp yumak haline getirilek kırıştırılıp, buruşturulan bu akıllı gömlek sadece sıcak hava akımıyla (saç kurutma makinesiyle bile) otomatik olarak ilk şeklini almaktadır [www.gzespace.com/Oricolco.html, 2007].

Oricalco® adlı akıllı gömleğin görünümü Şekil 4.49’da verilmiştir.



Şekil 4.49. Akıllı Gömlek [www.gzespace.com/Oricalco.html, 2007]

Isıya karşı duyarlı giysilerin özellikleri aşağıdaki verildiği üzeredir;

- Ü **Elastiklik:** %200 elastiklik konforu artırır ve hareket özgürlüğüne izin verir.
- Ü **Doku:** Hafif, ağır normal veya çok ağır kıyafetlerde kullanılabilir.
- Ü **Dayanım:** Gözenekli olmayan yapısıyla ter, tuz ve yağın gözenekleri tıkamasına dirençlidir.
- Ü **Rüzgara direnç:** Gözenekli olmayan yapısıyla rüzgara son derece dirençlidir.
- Ü **Isı yalıtımı:** Dışarının havasına göre kendi kendini ayarlayabildiği ve yapısının gözenekli olmadığı için termal yalıtımı sağlar.
- Ü **Su iticilik:** Mükemmel yüzeyi ile iyi bir su iticilik sağlar[Balcı, 2006].

Isıya karşı duyarlı giysiler; özellikle sıcaklık farklarının çok yaşandığı denizaltında, dalgıçlar için tasarlanan giysilerde kullanılmakta ve ileriki günlerde hayatımıza girip, günlük hayatımızda kullanacağımız tahmin edilmektedir.

4.2.8.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

Isıya karşı duyarlı giysilerin üretim tekniğinin altında, biçimsel hafızalı materyallerden elde edilmiş kumaşlar yatmaktadır. Bu anlamda, biçimsel hafızalı materyallerden, çalışmanın bu kısmında kısaca bahsedilmiştir.

Biçimsel hafızalı materyaller (Shape Memory Materials), o an bulundukları 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 biçimsel hafızalı materyaller 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 [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

Isı duyarlı kumaşlar hakkında yapılan araştırma çalışmalarından, SmartSkin™'nin üretim teknolojisi ise şöyledir: SmartSkin™ hidrojelci yeni bir teknoloji olup yapısında hidrofilik ve hidrofobik kopolimerler içerir. Bu hidrojel diğer tabakalar arasında sıkıştırılır. Yani delikli köpük tabaka öncelikle deliksiz neopren tabaka ile birleştirilerek, ıslak halde birleşik bir kumaş yapısı elde edilir. Daha sonra bu birleşik kumaş ile naylon veya naylon/lycra karışımı bir tabaka arasına SmartSkin™ hidrojelci yerleştirilir. Yani sonuç olarak çok katlı ve ısı duyarlı özellik kazandırılmış bir kumaş elde edilir [Jose, 2005].

Isıya duyarlı giysilerden, SmartSkin™'nin görünümü Şekil 4.50'de verilmiştir.

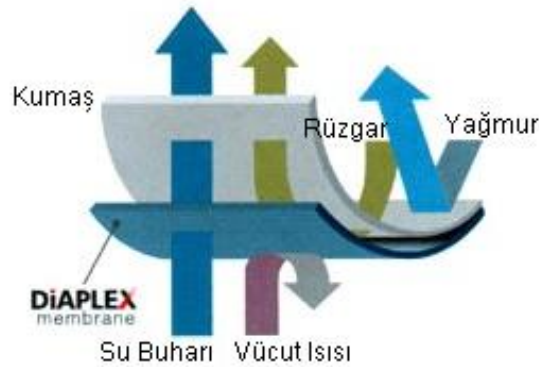


Şekil 4.50. Isıya Karşı Duyarlı Giysiler [Jose, 2005]

SmartSkin™'den yapılmış giysinin ısıya karşı tepkisi, yani çalışma şekli şöyle gerçekleşmektedir. Giysinin içine giren soğuk su SmartSkin™ tarafından absorbe edilir ve SmartSkin™ genişleyerek , bilek kısımlarındaki, ayaktaki ve boyundaki açıklıkları kapatır. Yani daha fazla suyun girişine izin vermez. Giysi içinde hapsolmuş su vücut ile temastan dolayı ısınır. Eğer sıcaklık, önceden hidrofilik ve hidrofobik komponentlerin oranına göre belirlenen geçiş sıcaklığını geçecek kadar artarsa, hidrojel suyu serbest bırakır ve büzülür. Yani suyun giysiden akmasına izin verir [Jose, 2005].

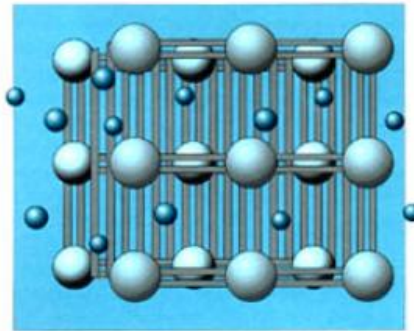
Bu pasif sistem sürekli olarak iç sıcaklığı düzenlemektedir. Bunu yaparken de herhangi bir pile veya herhangi bir mekanik etkiye gerek duymamaktadır [Jose, 2005].

Isı duyarlı kumaşlar hakkında araştırma yapan Mitsubishi firması tarafından geliştirilen Diaplex® ürününü ise, sadece su geçirmeyen bir membran değil aynı zamanda su buharını geçirebilen ve ısıya duyarlı özellikleri olan yenilikçi bir üründür. Yapılan testlerin sonucunda Diaplex®'in 20.000 - 40.000 mm su basıncı direnci ve 8.000 – 12.000 g/m²/24h nem geçirgenliği olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.51)[Balcı, 2006].



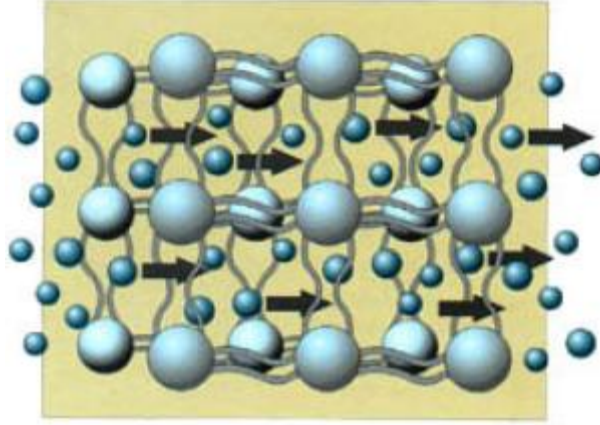
Şekil 4.51. Diaplex® / Kumaş Ürününün Kesit Görünüşü [www.diaplex.com, 2006]

Diaplex® ultra ince gözeneksiz bir polimer membrandır. Mikro-Brownian denilen molekül hareketi (ya da termal vibrasyon) önceden belirlenen ısı aralıklarında meydana gelerek membranı oluşturan moleküllerin boş alan oluşturmalarını sağlar. Bu boş alan oluşumu dışarıdaki ısı arttığında ya da soğuk durumlarda yorucu hareketler sonrasında giysideki sıcaklığın artmasıyla aktive olur. Su buharı molekülleri bu boş alanlara (mikro gözeneklere) yönlendirilir ve dışarı atılır. Düşük sıcaklıklarda polimer molekül zincirleri, su buharı ve ısıнын transferini engelleyerek vücut sıcaklık kaybını sınırlayan bir yüzey oluşturur (Şekil 4.52).



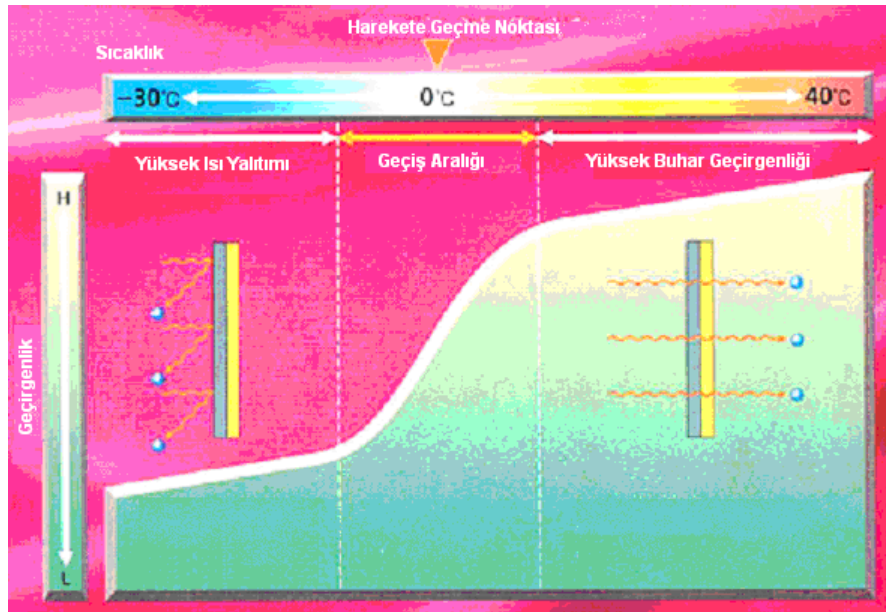
Şekil 4.52. Düşük Sıcaklıkta Polimer Molekül Yapısı [Balcı, 2006]

Artan sıcaklıklarda ise boş alan oluşumundan dolayı moleküler konfigürasyonu değişmektedir. Bu da ısı ve terden gelen buharın transferine izin vererek rahatsızlığı önleyerek giysinin nemlenmemesini sağlamaktadır (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Çevre Isısı Arttığında Molekül Yapısı [Balcı, 2006]

Ayrıca, Diaplex® membran zarın geçirgenliğinin ısıya karşı durumu Şekil 4.54’de verilmiştir.



Şekil 4.54. Diaplex® Membran Zarın Geçirgenliğinin Isıya Karşı Durumu [www.diaplex.com, 2006]

4.2.9. Kötü Koku Gideren, Güzel Koku Yayan Tekstiller

4.2.9.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

Günümüzde kozmetik ürünlere verilen önem, insanoğlunun gelir düzeyinin artmasıyla ilerleme göstermektedir. Özellikle son yıllarda modanın öncüleri olan bazı firmalar, kendi markalarıyla koku üretmekte ve satmaktadırlar. Ayrıca bu kokuların kendi tasarladıkları kıyafetlerin kumaşları içerisinde hapsolmasını ve her an bu kokuyu yaymasını istemektedirler.

İşte bu aşamada, mikrokapsül teknolojisinden faydalanılarak, kötü kokular mikrokapsüller içerisine hapsedilir ve yine mikrokapsüller içerisinde olan güzel kokular, fiziksel bir etki sonucunda dışarı salınır. Bu konuda bir çok firma, apre çalışmaları yapmakta ve yeni ürünlerini piyasaya sunmaktadır.

Konuyla ilgili olarak araştırmalarını sürdüren Cognis firmasının üretmiş olduğu Cyclofresh™ kötü kokuları daha oluşmadan önlemektedir. Bunu da deride kötü kokuya neden olan teri önleme özelliği ile yapmaktadır. Buradaki mekanizma nişastadan alınan dairesel glikoz molekülleri olan cyclodekstrine dayanmaktadır. Bu depolama özelliğini optimum şekilde kullanabilmek için Cyclofresh™ cyclodekstrini iki amaçla kullanır: Birincisi güzel kokuları daha sonra açığa vermek için depolamak, ikincisi ise terin rahatsız edici koku salgılamasına neden olan organik molekülleri alıkoymaktır.

Cyclofresh™ ile işlem görmüş kumaş yıkandığında üzerindeki nemi kullanılan yıkama deterjanı ve yumuşatıcının kokusu ile değiştirir. Bunun nedeni cyclodekstrinin güzel koku molekülleri ile doğal bir reaksiyona girmesidir. Böylece her yıkama sonrası kumaş yenilenmiş güzel bir kokuya sahip olmaktadır.

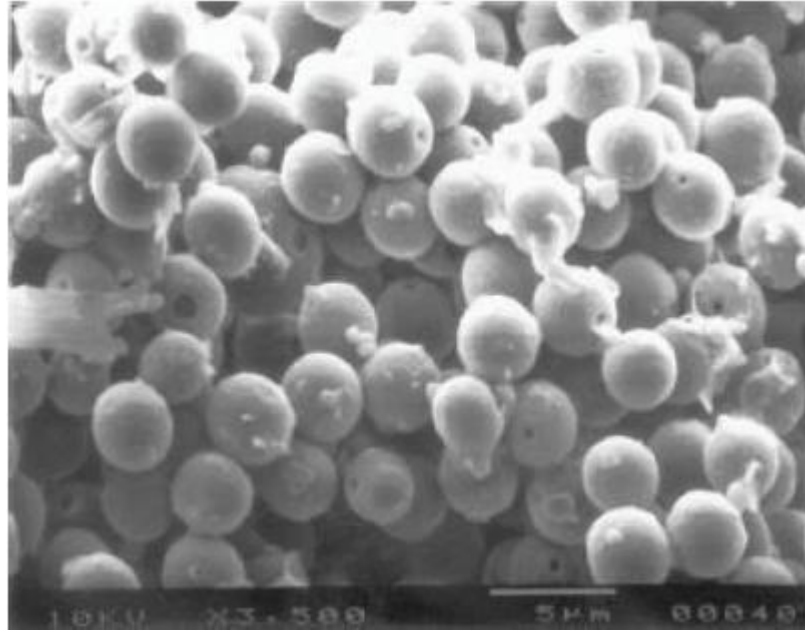
Güzel kokular yayması istenen her türlü tekstilde kullanılabilir olmasıyla birlikte daha çok perdelerde ve yatak örtüleri gibi çok sık yıkanma gereksinimi duyulmayan ev tekstilinde kullanım alanı bulmaktadırlar. Bunun nedeni ise, Cyclofresh™'nin 4 - 5 yıkamaya kadar dayanıklı olup, daha sonra bu özelliğini yitirmesidir. [www.cognis.com/textiles/pdfs/Active_Textiles_eng.pdf, 2006]

4.2.9.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

Kötü koku gideren, güzel koku yayan tekstillerin üretim tekniğinin temelinde mikrokapsül teknolojisi yatmaktadır. Bu açıdan, çalışmanın bu kısmında öncelikle mikrokapsül teknolojisinin tekstilde kullanımından bahsedilmiştir.

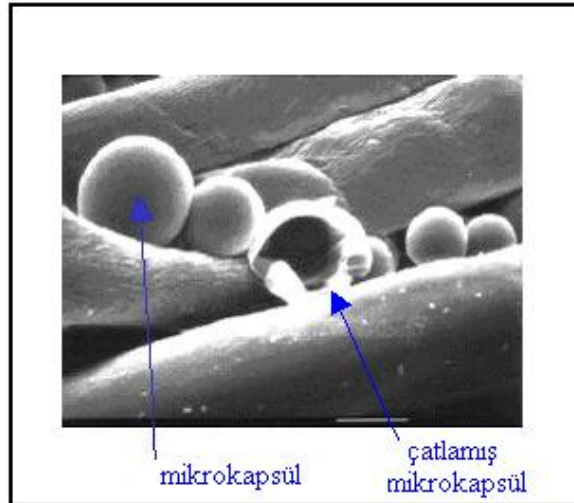
Mikrokapsül, mikroskobik ölçüde parçacıkların bir kabukla(kapsül) sarılıp, gerekli olduğunda kontrollü bir şekilde açığa çıkarılması olarak tanımlanır. Kapsülün içeriği, kırılmayla birlikte açığa çıkar. Bu etki basınçla değil, sürtünme kuvvetiyle gerçekleşir.

Mikrokapsüller çok küçük olup, çapı insan saçının 1/20'si kadardır. Uygulama sonrasında 1 santimetrekare alan 1 milyon mikrokapsül ile kaplanabilmektedir(Şekil 4.55)[Kayatürk, 2004].



Şekil 4.55. Mikrokapsüllerin Elektron Mikroskobu Altındaki Görünümleri [Deguillement, 2003]

Mikrokapsülün içine çeşitli kimyasallar yerleştirilip ve bu mikrokapsüller tekstil materyaline, çektirme, emdirme, püskürtme, köpük, sprey ve baskı yöntemlerinden birisiyle uygulanabilir. Uygulama sonucunda kapsülün içeriğine göre tekstil materyaline farklı özellikler kazandırılabilir. Bu özellikler, kötü koku gideren, sinek kovucu olan, güzel koku veren, uyarıcı özelliğe sahip olan vs. kimyasalların mikrokapsüller içerisine yerleştirilip, tekstillere uygulanmasıyla kazandırılabilir. Unutulmamalıdır ki; mikrokapsülün içeriği, kırılmayla birlikte açığa çıkmaktadır. Yani tekstil materyalinin kazandırılmak istenen etkiyi göstermesi için mikrokapsüllerin kırılıp, kimyasalın ortaya çıkması gerekmektedir(Şekil 4.56) [Kayatürk, 2004].



Şekil 4.56. Mikrokapsüller [Deguillement, 2003]

Mikrokapsüller tüm dokuma, örme ve non-woven kumaşlara uygulanabilmekte ve genellikle bayan giyimde, erkek giyimde, çocuk giyimde, iş elbiselerinde vs. kullanılabilmektedirler[Kayatürk, 2004].

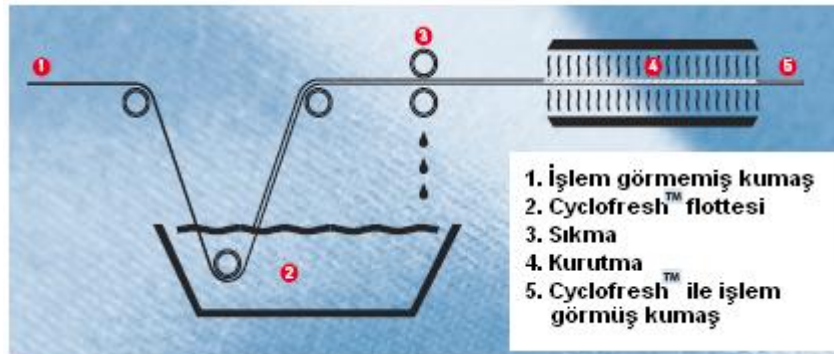
Mikrokapsül uygulanmış ürünlerin avantajları şöyle sayılabilir:

- ü Ilıman yıkamalara karşı dayanıklıdırlar,
- ü Temas edildiğinde etkileri daha da fazladır,
- ü Temas edilmediği durumlarda bile mikrokapsüller sürekli salınım sağlar,
- ü Uygulamadan uzun süreler sonra bile aynı etki alınır,
- ü Çok çeşitli ürün grubu ve uygulama alanı vardır[Rudolf-Duraner, 2006].

Mikrokapsüllerin tekstil alanında kullanılmasıyla, tekstil ürünlerin katma değeri artmaktadır. Bunlar ;

- ü Kendinden güzel kokulu kumaşlar,
- ü Yürüdükçe hoş kokan halılar,
- ü Vücudu nemlendiren ve tazelik kazandıran aloe vera içeren kumaşlar,
- ü Sigara kokusunu yok eden kumaşlar,
- ü Kendinden kokulu perdeler,
- ü Sivrisinekleri uzaklaştıran dış giyimlik kumaşlar,
- ü Antibakteriyel ve antifungal özellikleri taşıyan kumaşlardır [Rudolf-Duraner, 2006].

Kötü koku gideren, güzel koku yayan tekstillerin üretim tekniğinin temelini oluşturan mikrokapsüller içerisine, kokular hapsedilmekte ve daha sonra kumaşa apliedilmektedir. İçerisine koku hapsedilmiş mikrokapsül ile kumaşın muamelesi emdirme ve çekirme prensibine göre yapılabilmektedir. Kumaş daha sonra sıkılıp, kurutma işlemine tabi tutulmaktadır(Şekil 4.57).



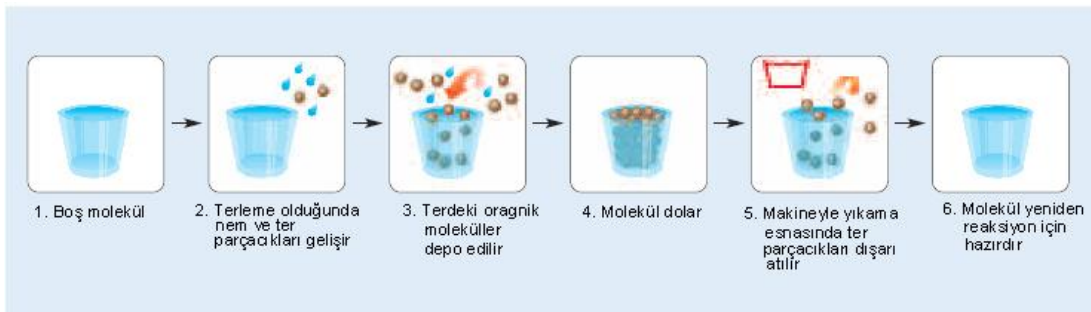
Şekil 4.57. Fularlarda(Emdirme Prensibine Göre) Cyclofresh™ ile Kumaşın Muamelesi [www.cognis.com/textiles/pdfs/Active_Textiles_eng.pdf, 2006]

Bu işlem; pamuk, keten, viskon, polyester, polyamid, poliakrilik, yün ve yün karışımları için uygulanabilmektedir.

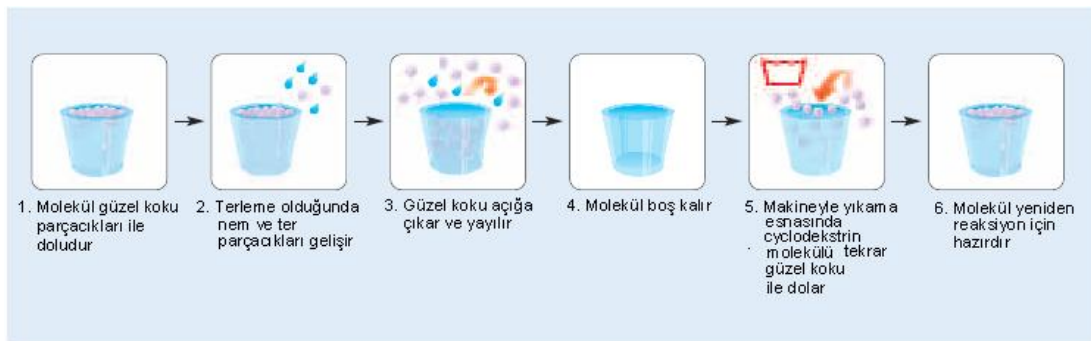
Elde edilen, kötü koku gideren, güzel koku yayan tekstillerin çalışma prensibi ise şu şekilde meydana gelmektedir.

Mekanizma, kişi terlemeye başladığında oluşan nemle beraber çalışmaya başlamaktadır. Terle birlikte kumaştaki scyclodekstrin aktif hale geçer ve nemle reaksiyona girer. Sonuçta oluşan kimyasal reaksiyon, depolanmış güzel kokunun dışarı çıkmasını ve aynı zamanda ter moleküllerinin kötü kokusunun hapsedilmesini sağlar (Şekil 4.58, Şekil 4.59).

Glikoz moleküllerinin kimyasal özellikleri sayesinde bu mekanizma çalışabilmektedir. Dışarıdan hidrofilik, içten ise suya bağlanmayan hidrofobik bir uçla çevrelenmiştir[www.cognis.com/textiles/pdfs/Active_Textiles_eng.pdf, 2006].



Şekil 4.58. Cyclodekstrin Molekülünün Ter Kokusunu Giderme Mekanizması
[www.cognis.com/textiles/pdfs/Active_Textiles_eng.pdf, 2006]



Şekil 4.59. Cyclodekstrin Molekülünün Güzel Koku Yayma Mekanizması
[www.cognis.com/textiles/pdfs/Active_Textiles_eng.pdf, 2006]

4.2.10. Çevresel Faktörlere Bağlı Olarak Renk Değiştiren Akıllı Tekstiller

4.2.10.1. Genel Özellikleri ve Kullanım Alanları

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].

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

Başta da belirtildiği üzere kromik materyaller tekstil sektöründe kullanılmaktadır. 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[Balık ve Esiroğlu, 2005].,

Bu ürünler, daha çok askeri alanda kamuflaj giysisi olarak kullanım alanı bulmaktadırlar.

Ultraviyole ışınların etkisine bağlı olarak renk değiştiren giysilerle ilgili örnekler Şekil 4.60 ve Şekil 4.61’de verilmiştir.



Şekil 4.60. Ultraviyole Işınların Etkisine Bağlı Olarak Renk Değiştiren Giysiler [Lopez, 2005]



Şekil 4.61. Ultraviyole Işınların Etkisine Bağlı Olarak Renk Değiştiren Giysiler [www.aol.com, 2006]

4.2.10.2. Üretim Tekniği ve Çalışma Prensibi

İnsan vücudunun sıcaklığı ve ultraviyole ışınların etkisine bağlı olarak renk değiştiren bu giysilerin eldesinde çeşitli özel materyaller ve bunlara uygun yöntemler geliştirilmiştir. Bu amaçla ortamın sıcaklığına bağlı olarak renk değiştiren termokromik ve ultraviyole ışınların etkisine bağlı olarak renk değiştiren fotokromik boyar maddeler kullanılmaktadır[Balık ve Esiroğlu, 2005].

Her iki sistemde de fizikokimyasal ve kimyasal işlemler kullanılarak, mikrokapsulasyon yöntemi ile üretilmekte olup, bu sistemlerin gelişmesi ile daha geniş kullanma alanına sahip olacağı düşünülmektedir. Gerek termokromik gerekse fotokromik sistemlerde mikrokapsüllenen boyarmaddelerin yıkama ömürleri sınırlı olup genelde 20 yıkamanın üstündedir. Ancak aşırı yıkama ve çok yüksek sıcaklıklarda bu yıkama sayısı daha da düşmektedir.

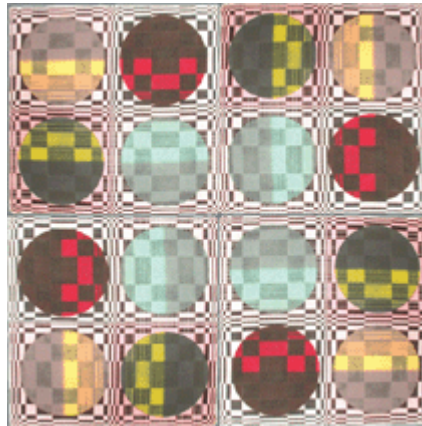
Kullanılan mikrokapsüller camdan yapılmış, 3-4 mm çapında olup zarf şeklindedir. Ortamın sıcaklığına duyarlı boyarmaddeler ile homojen olarak, permanent (kalıcı) yapıştırıcılar ile ya da reçineler ile kumaş yüzeyine aplike edilir. Camdan yapılmış bu mikrokapsüllerin içine boyar madde, kromofor grup (elektron alıcı) ve renk nötrleyici (alkol vb.) gruplar bulunur. Tüm bu maddelerin etkisi ile materyalin hangi tepkimeye gireceği, ortaya çıkacak renk ve ortamın sıcaklığına bağlı olarak değişir. Örneğin; çok renkli SWAY kumaşlar basit 4 renk ve 64 renk kombinasyonundan meydana gelmektedir. Renk değiştiren tekstiller beyazdan maviye doğru ultraviyole dalga boyunda 350–400 nm aralığındadır.

Özellikle fotokromik maddeler esas alınarak üretilen tekstillerin, spiropiren tipli organik bileşenleri, fotokromik maddelerin ultraviyole ışınlarının etkisi ile gösterdikleri fotoliz ve bundan yararlanılarak renk değiştirilmesi esasına göre yapılır. Tüm bunların yanında renk değişimi ile birlikte bu tekstiller sıcaklığı ısı şeklinde absorbladığından aynı zamanda vücuda serinlik hissi de verirler(Şekil 4.62) [Balık ve Esiroğlu, 2005].



Şekil 4.62. Termokromik ve Fotokromik Boyarmaddelerle Elde Edilmiş Kumaş
[www.kenencoregroup.com, 2006]

Elektrokromik materyallerden elde edilmiş tekstiller ise, voltaj seviyesine göre redüksiyon ve oksidasyon tepkimeleri veren boyar maddelerden üretilmişlerdir. (Şekil 4.63) [Anbumani, 2006].



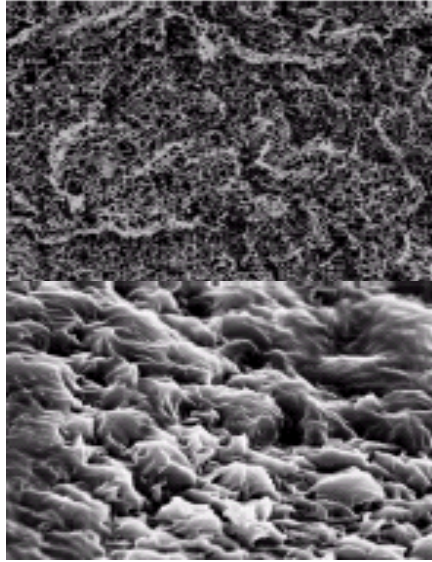
Şekil 4.63. Elektrokromik Boyalarla Elde Edilmiş Tekstiller [www.tms.org, 2006]

4.2.11. Diğer Akıllı Kumaşlar, Tekstiller

4.2.11.1. 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[Jose, 2005].



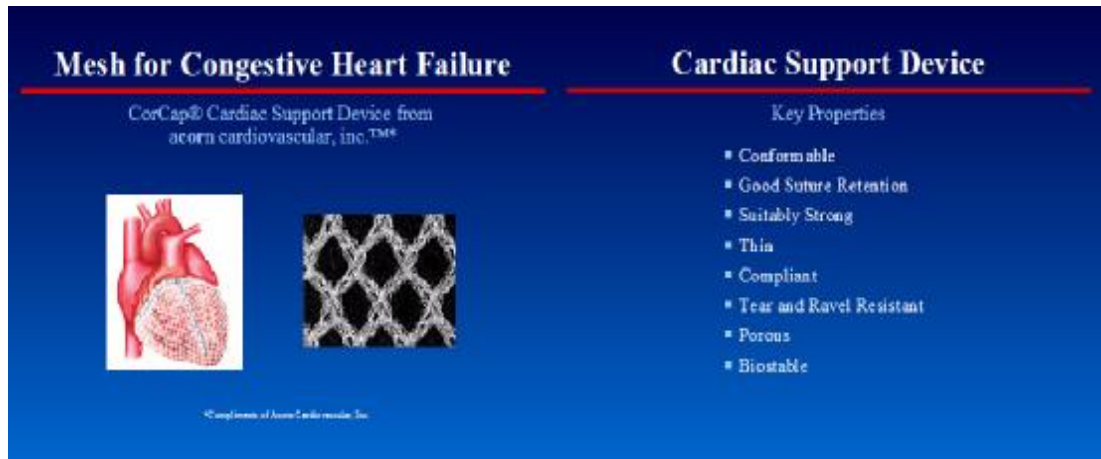
Şekil 4.64. Doku Mühendisliği Alanında Tekstillerin Kullanımı [Jose, 2005]

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[Jose, 2005].

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.

Bununla ilgili bazı örnekler Şekil 4.65 ve Şekil 4.66'da verilmiştir.



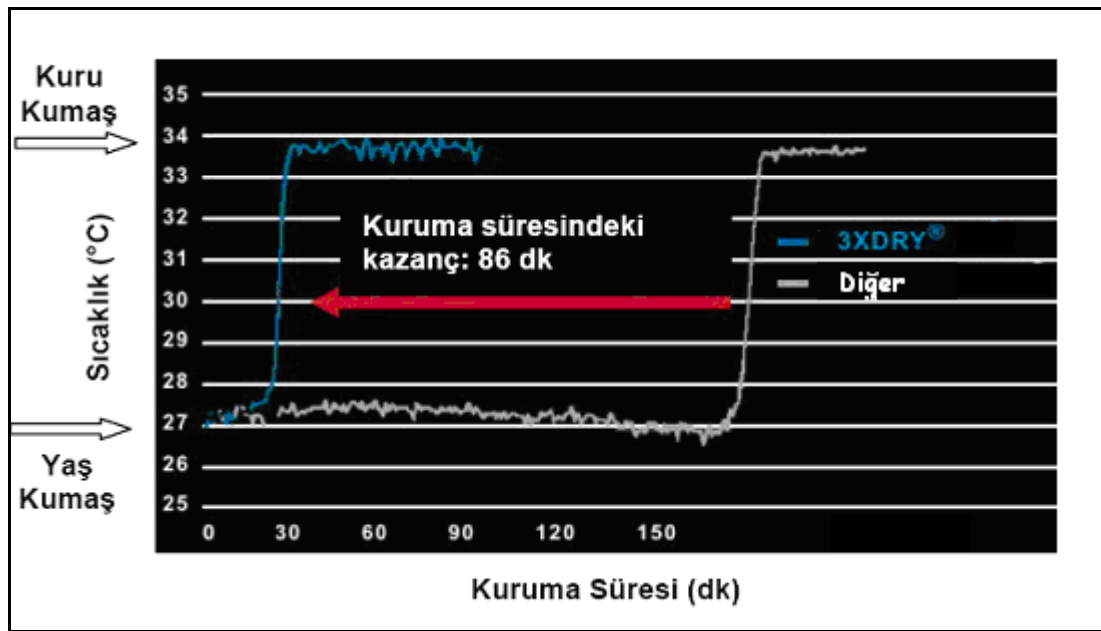
Şekil 4.65. Tekstil Materyallerinin (Ağ Şeklindeki) Kalpteki Hasarların Giderilmesi İçin Kullanımı [Jose, 2005]



Şekil 4.66. Tekstil Materyallerinin Omurdaki Disk Hasarlarının Giderilmesi İçin Kullanımı [Jose, 2005]

4.2.11.2. Çabuk Kuruyan ve Nefes Alabilen Kumaşlar

Schoeller firmasının ürettiği 3XDRY kumaşlar da nanoteknoloji ile üretilmiş kimyasallar kullanılarak çabuk kuruma ve nefes alabilme özelliği kazandırılmış kumaşlardır. Vücuttaki ve giysideki nemi çok hızlı bir şekilde (normalden 6-8 kat daha hızlı) içeriden dışarıya transfer eder (Şekil 4.67). Yüksek nefes alabilirlik ve kirlenmeye karşı direnç özelliği de mevcuttur [www.3xdry.com, 2006].



Şekil 4.67. 3XDRY Kumaşın Kuruma Süresinin Karşılaştırılması
[www.3xdry.com, 2006]

Schoeller firmasının ürettiği 3XDRY kumaşlar da ; kumaşın dış yüzü su itici özellikte olup iç yüzü ise su buharını kolayca absorbe edebilmektedir (Şekil 4.68). Yapılan bu işlem, kumaşın görüntüsünde, tuşesinde ve hava geçirgenliğinde herhangi bir negatif etki yaratmamaktadır [www.3xdry.com, 2006].



Şekil 4.68. 3XDRY Kumaşın Özellikleri [www.3xdry.com, 2006]

Bu kumaşların kullanıcıya getirmiş olduğu faydalarını şöyle sıralayabiliriz.

- ü Su, yağ ve kir itici özelliklerden dolayı hem kıyafetin görünümü açısından hem de giyenin kullanım rahatlığı açısından büyük kolaylıklar sağlamaktadır.
- ü Deride meydana gelen su buharını ve teri çok hızlı bir şekilde uzaklaştırmakta ve cildin nefes almasını sağlamaktadır.
- ü Terin uzaklaştırılmasıyla beraber vücutta doğal bir serinleme hissi uyandırmaktadır (Şekil 4.69)[www.3xdry.com, 2006].



Şekil 4.69. 3XDRY Kumaşın Kullanıcıya Getirdiği Faydalar[www.3xdry.com, 2006]

4.2.11.3. Güneş Panelli Ceket

2004 yılında ilk olarak ortaya çıkan güneş enerjili ceket dijital aletlerle bağlantılı olabilmekte ve bu aletlerin şarj edilmesini sağlamaktadır. Bu ceket, ICP Solar Technologies ve SCOTTeVEST firmaları tarafından geliştirilmiştir(Şekil 4.70).



Şekil 4.70. Güneş Panelli Ceket [www.technologyenabledclothing.com, 2007]

Ceketin arkasında bulunan güneş enerjisi paneli güneş ışınlarını enerjiye çevirmektedir. Elde edilen enerji ceketin astarında bulunan bataryalarda depolanmaktadır. Depolanan enerji, ceketle bağlantılı olan MP3 çalar, cep telefonu, gameboy vb. aletler için kullanılabilir(Şekil 4.71) [www.technologyenabledclothing.com, 2007].

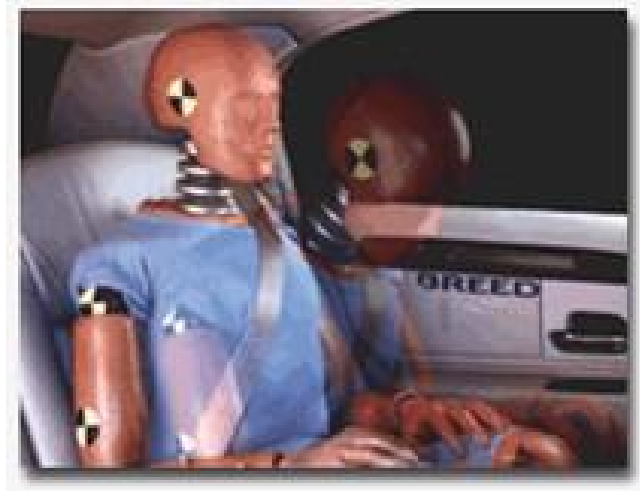


Şekil 4.71. Güneş Panellerinden Elde Edilen Enerjinin, Ceket Üzerinde Bulunan Cihazlarda Kullanılması[www.technologyenabledclothing.com, 2007]

4.2.11.4. Özel, Esneyebilen Emniyet Kemerleri

Bildiğimiz emniyet kemerleri dışında, bir de özel, esneyebilen emniyet kemerleri bulunmaktadır. Bunlar çarpışma anında meydana gelen enerjiyi kontrol eden, özel elyaflardan yapılmış emniyet kemerleridir. Bu emniyet kemerleri bize, artırılmış yolcu güvenliği sunmaktadır.

Bu özel emniyet kemerleri özel yapay elyaflar kullanılarak yapılmaktadır. Bu özel elyaflardan biriside Securus™ ticari isimli elyaftır. Securus™ elyafı yeni bir tür polyester kopolimeridir. Bu elyaf polyethylene terephthalate (PET) ile polycaprolactone (PCL) ‘nin kombine edilmesinden meydana gelmiştir. Ve her ikisinin de özelliklerini taşımaktadır. Yani PET bu elyafa tutucu (dizginleyici) bir özellik sağlarken, PCL ise esneyebilme özelliği sağlamaktadır (Şekil 4.72.) [Jose, 2005].



Şekil 4.72.Özel, Esneyebilen Emniyet Kemerleri [Jose, 2005]

Çarpışma sırasında, Securus™ elyafı ile yapılmış emniyet kemeri üç adımlı bir yöntemle yolcuyu korumaktadır. Yolcuyu güvenli bir biçimde oturduğu yerde tutar, bir ileri aşamada meydana gelen enerjiyi absorbe ederek esner ve yolcunu vücudunda yastık görevi görür ve son olarak hareketi dizginler ve sınırlar [Jose, 2005].

4.2.11.5. 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 ışıklandırılmalı 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(Şekil 4.73) [www.luminex.it, 2007].



Şekil 4.73. Luminex Kumaşdan Elde Edilmiş Elbise [www.luminex.it, 2007]

Luminex® sahne kostümlerinden, el çantalarına, perdelere ve giysilere kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır(Şekil 4.74) [www.luminex.it, 2007].



Şekil 4.74. Luminex Kumaşdan Elde Edilmiş Diğer Tekstil Ürünleri [www.luminex.it, 2007]

Üretici firma kumaş içine yerleştirilen akıllı mikroçipler vasıtasıyla ilerde kumaşın yanıp sönen desenlerle ışık yaymasının da mümkün olacağından bahsetmektedir[www.luminex.it, 2007]

Moda amaçlı kullanılan bir diğer akıllı tekstil olarak, Hussein Chalayan'ın Airplane giysisini örnek gösterebiliriz.

Bu giysi cam elyafından elde edilmiş olup, uzaktan kumanda ile şekil değiştirebilmektedir. Böylece giyen kişi, giysinin modelini istediği zaman farklı formlara sokabilmektedir(Şekil 4.75)[Lopez, 2005].



Şekil 4.75. Hussein Chalayan'ın Airplane Giysisi [Lopez, 2005]

4.2.12. Uzak Giysileri

Yukarıda saydığımız bir çok özelliği bünyesinde barındıran, aslında akıllı tekstillerin yaratılmasında bir başlangıç rolü oynayan uzak giysileri, uzaydaki en zor şartlarda giyen bu tehlikelerden maksimum derecede korumak için yapılmaktadır.

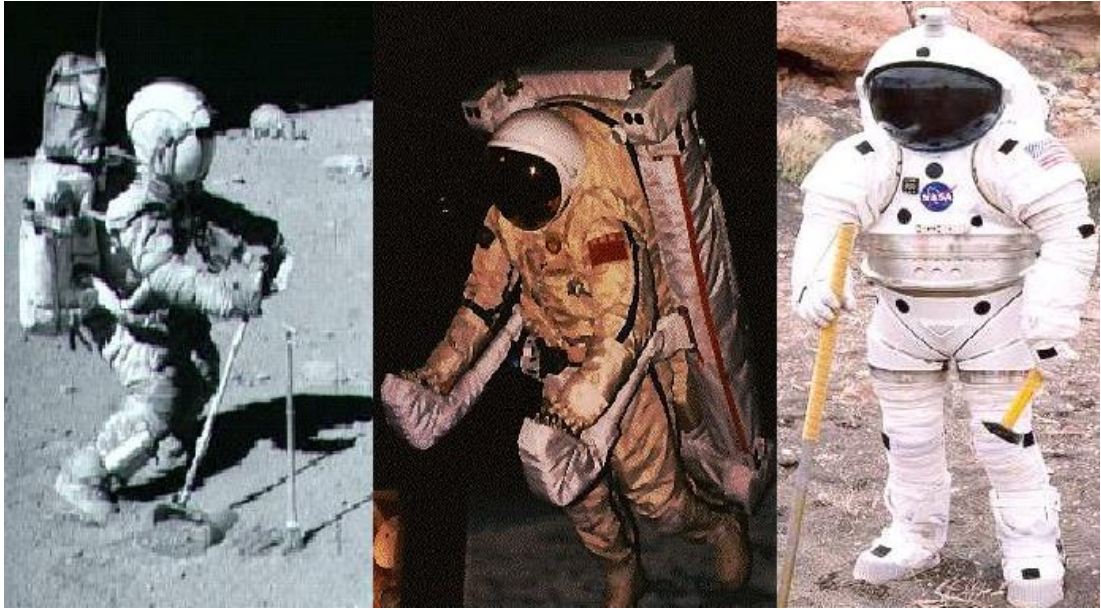
Ayrıca akıllı tekstillerin, özellikle uzak ve askeri çalışmalar sonucunda geliştirildiğini ve daha sonra bunların bizim hayatımıza girdiğini unutmamak gerekir. Bu açıdan uzak giysilerinin yapısı, tasarımı vs. çok önem arz etmektedir.

Bilindiği üzere Uzak, Dünyamızdan çok farklı olup, özel bir giysi olmaksızın yaşamı imkânsız kılan bir ortamdır. Başka bir deyişle Uzayda iken insan özel bir giysi giymemiştir;

- 15 saniyede bilinçsiz hale gelir (oksijen).
- Kan ve tüm vücut sıvısı kaynar ve sonra donar.
- Deri, kalp ve tüm diğer organlar kaynayan sıvılardan dolayı genişler.
- Korkunç bir sıcaklık değişimi ile karşılaşılır(Güneşli bir yerde 120⁰C, gölgede ise -100⁰C).
- Çeşitli radyasyonlara maruz kalınır.
- Yüksek hızla hareket eden toz parçacıklarının çarpması kaçınılmazdır[Ethem, 2004].

Bu tehlikelerden korunmak için uzak giysisi;

- Basıncı bir atmosfere sahip olmalı,
- Oksijen sağlamalı,
- İnsandan çıkan karbondioksiti yok etmeli,
- Sıcaklık açısından konfor sağlamalı,
- Göktaşlarından giyen korumalı,
- Belirli bir limite kadar radyasyondan korumalı,
- Temiz ve iyi bir görüş sağlamalı,
- Giysi içinde kolayca hareket etmeyi sağlamalı,
- Ana araçtaki komutan ile iletişimi sağlamalı,
- Uzak aracının dışında kolayca çalışmayı sağlamalıdır[Ethem, 2004].



Şekil 4.76. Uzay Giysileri [Ethem, 2004]

Uzay giysilerinin özelliklerini maddeler halinde şöyle sıralanabilir.

- ± Uzay giysisi bir balona da benzetilebilir. Neoprene denilen yapay lastik ile dokunmuş su geçirmez bir kumaşla kaplanır. Dışarıdaki bir kaynaktan özel bir pompa ile hava basılır. Normal atmosferik basıncın (1 atm) altında (0.29 atm) bir basınç uygulanır. Uzay mekiğinin kabininde ise 1 atm basınç vardır. Airlock'daki basınç da düşüktür. Astronotlarda da basınç değişikliğinden dolayı vurgun yeme riski vardır.
- ± Uzay giysisi normal hava kullanmaz çünkü düşük basınçta akciğer ve kanda düşük oksijen yoğunluğuna neden olur. Yüksek dağlara çıkarken de bu belirtiler gözlenir. O nedenle solumak için sadece oksijen verilir. (Ya uzay aracından bir hortumla veya yaşam desteği sağlayan bir sırt çantasıyla.) Uzay mekiği ve uzay istasyonunda ise tam olarak insanın soluduğu hava verilir. Uzay yürüyüşüne çıkmadan önce saf oksijen soluyan astronotlar vurgun yemekten kurtulur.
- ± İnsan nefes alıp-verdiğinde karbondioksit açığa çıkarır. Giysinin içinde karbon dioksit yoğunluğu öldürücü seviyeye çıkar. Uzay giysisi atmosferindeki fazla

karbon dioksit dışarı atılmalıdır. Bunun için lityum hidroksit kutusu kullanılır. Bu kutu ya uzay aracının içinde ya da sırt çantasında bulunur.

- ± Büyük sıcaklık değişimlerinden korunmakta uzay giysisi oldukça önem taşımaktadır. Astronot yorucu işler yaptığında ısı üretir. Eğer bu ısı yok edilmezse astronot terler. Bunun sonucunda da kaskının içi buğulanır. Daha önemlisi astronot bu durumda müthiş su kaybeder. (Gemini 9'un astronotu Eugene Cernan uzay yürüyüşü sırasında 3 kilo civarında su kaybetmişti.) Bu ısı fazlalığını almak için elbisenin içine kuru hava verilir veya fan kullanılır. Çoğu zaman da su soğutmalı giysi kullanılır.
- ± Astronotları küçük ama hızlı toz parçacıklarından korumak için uzay giysileri çok katlı, dayanıklı sentetik kumaştan yapılır. Giysinin çok katlı oluşu onun yırtılmasını da önler. Radyasyondan sınırlı bir koruma sağlar. Giysinin içi Mylar denilen bir materyal ile kaplanır. Bu radyasyonun yansımaları sağlar. Güneş patlaması sonucu yüklü parçacıklardan koruyacak bir şey olmadığı için uzay yürüyüşleri güneş etkinliğinin olmadığı zamanlarda yapılır.
- ± Kask saf plastikten veya dayanıklı polikarbonatdan yapılır. Işık yansıtıcı bir kılıf içindedir. Gözlük bölümü parıldamaları önlemek için hafif renklendirilmiştir(Güneş gözlüğü gibi). Uzay yürüyüşünden önce bu gözlük kısmının içine buğulanmayı önleyecek bir spreyle sıkılır. Çağdaş kasklarda lamba da vardır.
- ± Şişirilmiş uzay giysisinin içinde hareket etmek çok zordur. Bu durumun üstesinden gelmek için uzay giysisinde bağlantı yerleri vardır. Astronot bundan yararlanarak elini, kolunu, ayağını, dizini ve bacağına kıvrabilir.
- ± Çağdaş astronot giysileri artık radyo alıcı/verici barındırmaktadır. Bu radyo alıcı/vericiler ya sırt çantasında ya da göğüs çantalarında bulunur. İletişim için kulaklık ve mikrofon kullanırlar[Ethem, 2004].

Görüldüğü üzere uzay giysisinde bilinen tüm akıllı tekstil uygulamaları bulunmaktadır. Bu açıdan uzay giysileri üzerindeki geliştirme çalışmaları, akıllı tekstilleri direk etkileyeceğinden çok önemlidir[Ethem, 2004].

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışma boyunca akıllı tekstiller hakkında verilen ayrıntılı bilgiler bu kısımda, her bir akıllı tekstil uygulaması için ayrı ayrı özetlendiğinde ve yorumlandığında şu sonuçlara varılmaktadır.

- ü *Vücut sıcaklığını düzenleyen giysiler-kumaşlar*; giyeni dış ortamda meydana gelebilecek sıcaklık değişimlerinden koruması ve vücut sıcaklığını rahat edebileceğimiz aralıkta dengeli bir şekilde tutabilmesi açısından önem arz etmektedir. Yakın gelecekte bu akıllı tekstillerin kullanım alanlarının daha da artarak üzerimizi örttüğümüz yorganlardan ayakkabılara, giyim eşyalarından yer ve duvar kaplamalarına kadar her alanda kullanılacağı büyük olasılıktır. Özellikle askeri giysilerde ve sıradışı(extreme) spor yapan kişiler için tasarlanmış bazı giysilerde vazgeçilmez olacağı kesindir.
- ü *Serinletme fonksiyonuna sahip olan giysiler*; özellikle çok sıcak ortamlarda giyen kişiyi serinletip, performansını ve randımanını artırabilmesi açısından çok önemlidir. Bu akıllı giysilerin önümüzdeki yıllarda, küresel ısınma problemiyle karşı karşıya olan dünyamızda daha da önemli hale geleceği görünmektedir. Bu akıllı giysilerin belli kullanım sürelerinden sonra çok sık yeniden şarj(su ile) edilme zorunluluğu bir dezavantaj yaratmakta olup, bu sorunun da önümüzdeki yıllarda çözüleceği öngörülmektedir.
- ü *Görünmezlik sağlayan kamuflaj giysileri*; insanoğlunun yıllar boyunca hayal ettiği görünmez olma olgusuna çok yaklaştığı için önem arz etmektedir. Bu akıllı giysilerin temeli daha çok elektronik teknolojisine dayandığından, bu alandaki çalışmalar elektronik ve bilgisayar teknolojisinin gelişmiş olduğu ülkelerde gerçekleşmeye devam edecektir. Sistemde kullanılan kamera ve projeksiyon gibi ağır ve büyük cihazlar sistemi taşınabilir olma özelliğinden yoksun bıraktığı için günümüzde ve yakın gelecekte sabit nesneleri kamufle etmede kullanılabilir. Fakat bu cihazların boyutlarının daha da küçülmesiyle ve görüntüyü işleyen işlemci hızlarının daha da artmasıyla, sistem hareketli nesneler içinde kullanılabilir. Bu giysiler özellikle askeri alan açısından

büyük önem arz ettiğinden diğer akıllı tekstillerden daha hızlı bir gelişim süreci içinde olacaktır.

Ü *Temasa, dokunulmaya karşı duyarlı kumaşlar*; gün geçtikçe mobilleşen hayatımızda üzerimizde bulundurduğumuz cihazları tek bir noktadan ve giysi üzerinden kontrol edebilme olanağı sağladığı için giyilebilir bilgisayarların vazgeçilmez bir unsuru olacaktır. Bu akıllı tekstillerin gelişim aşamasında iletken lifler büyük önem taşımaktadır. İletkenliği tam anlamıyla sağlanmış ve tekstilde kullanılan liflerin performans özelliklerine sahip elyafların elde edilmesiyle birlikte, kullanım alanları daha da yaygınlaşacak ve günümüzde elektronik cihazlarda ara birim olarak kullandığımız kumanda, mouse gibi aygıtlar tamamıyla tekstil yapılarından elde edilebilecektir. Bu alandaki gelişmeler, elektro-tekstiller ve giyilebilir bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere içiçe ve paralel olarak devam edecektir.

Ü *Nemi algılayan kumaşlar*; özellikle sağlık sektöründe, hastahane de bulunan yataklarda kullanılmaktadır. Kullanım yaygınlığının, bu kumaşların maliyetlerinin düşürülmesiyle artacağı düşünülmektedir.

Ü *Elektro-tekstiller ve giyilebilir bilgisayarlar*; önümüzdeki yıllarda mobil çılgınlığımızın en önemli basamağı haline gelecek ve cep telefonlarının hayatımızda yarattığı gelişimi-değişikliği bir adım ileriye taşıyacaktır. Bu sayede telefon, bilgisayar, müzik çalar, televizyon gibi aklımıza gelebilecek ve ihtiyaç duyacağımız tüm elektronik aksamaları üzerimizde taşıyabileceğiz. Üzerinde güneş pili olan giysiler, giyilebilir bilgisayarlarla entegre olacak ve giysi üzerindeki mevcut cihazlar harici bir kaynaktan şarj ihtiyacı duymayacaktır. Ayrıca sağlık açısından vücudumuzun hayati fonksiyonlarını bu giysiler ölçebilecek ve kötü giden bir durumda bizim hayatımızı kurtaracak olan ilk yardımın en hızlı şekilde bize ulaşmasını sağlayabilecektir. Bu giysiler gelecekte kablosuz bağlantı-uydu aracılığıyla kolayca her yerle iletişim kuracak, istediğimiz bilgi alış-verişlerini her yerde sağlayabilecek ve dünya üzerinde nerede olduğumuzu GPS sistemi sayesinde kolayca bulabilecektir.

Ü *Isıya karşı duyarlı giysiler*; dış hava koşullarına göre boyutlarını, örtme faktörlerini ve yalıtım seviyelerini değiştirerek, belirli sıcaklık aralıklarında

herhangi bir giysi değiştirmeksizin dış hava şartlarından etkilenmemesi sağlamaları açısından önem arz etmektedirler. Bu akıllı giysilerin teknolojisinin diğer ısı düzenleme, serinletme, ısıtma gibi fonksiyonlara sahip akıllı tekstil teknolojileriyle entegre olacağı ve gelecekte giyeceğimiz tekstillerin bu akıllı tekstiller olacağı büyük ihtimaldir. Bu giysilerin, giyilebilir bilgisayarlarla bir bütün halinde(kompakt halde) kullanılabileceğide bir olasılıktır.

- ü *Kötü koku gideren, güzel koku yayan tekstiller;* insanoğlunun alım gücünün artmasıyla birlikte çoğalan kozmetik(koku) kullanımının daha üst safhalarında büyük önem arz edeceği görülmektedir. Bu teknolojinin entegre edilmiş olduğu akıllı tekstiller sayesinde insanların giysilerinde, yataklarında, yorganlarında, perdelerinde, halılarında vs. akla gelebilecek her türlü tekstil nihai ürün uygulamalarında istedikleri kokunun devamlı olarak, kendiliğinden açığa çıkması-kokması sağlanabilmektedir. Bu akıllı giysilerin günümüzde yıkanmaya karşı dayanıksız olması bir dezavantaj yaratmaktadır ve bu sorunun mikrokapsül teknolojisinde yapılacak gelişmelerle aşılabacağı düşünülmektedir.
- ü *Çevresel faktörlere bağlı olarak renk değiştiren akıllı tekstiller;* sağladığı kamuflaj ve estetik avantajlarından dolayı önem taşımaktadır. Bu akıllı giysiler farklı etkilere bağlı olarak renk değiştirmekte ve farklı ortamlarda farklı renklere sahip bir giysi olabilmektedirler ve bu açıdan giyen kişiyi monotonluktan kurtarmaktadırlar. Bu akıllı tekstillerin kullanımının gelecekte moda alanında daha da yaygınlaşacağı ve şuan mevcut etkiler dışında başka bir çok etkiye bağlı olarakta renk değiştireceği düşünülmektedir.
- ü *Diğer akıllı kumaşlar, tekstiller;* başlığı altında verilmiş olan doku mühendisliği-tıp alanında kullanılan akıllı tekstiller sayesinde organ nakli, daha kolay ve güvenli bir hale gelecektir. Artan organ nakilleri ve önümüzdeki yıllarda organ üretiminin (laboratuar ortamında) gerçekleşmesi, yaygınlaşmasıyla bu tekstiller daha da önem arz edecektir. Moda alanında kullanılan akıllı giysiler, şuan günümüzde mevcut olan moda anlayışını tamamıyla değiştirecek ve üzerlerinde kişiye has güzel kokular yayan ve aynı zaman da ışıklı-dikkat çekici giysiler tercih edilmeye başlanacaktır.

İşte bu aşamada, Türk Tekstil sektörünün, şuan içinde bulunduğu Uzakdoğulu rakipleri ile maliyetler yönünden rekabet edememe sıkıntısını aşması yönünden, sonuç kısmında özetlenmiş olan büyük katma değere sahip çok fonksiyonlu ve 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 gerekmekte ve beklenmektedir.

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. Çalışma da akıllı tekstiller hakkında olabildiğince ayrıntılı bilgiler verilmeye çalışılmış ve bundan sonraki çalışmaların temelini oluşturması, ayrıca sadece akıllı tekstillerin bir alanında yapılması gereken spesifik ve ürün sonuçlu çalışmaları doğuracağı ümit edilmiştir.

Bundan sonra yapılacak çalışmaların, gelişen teknolojiye ayak uydurması ve insanoğlunun elektronik alanlara duyduğu büyük ilgi açısından, elektronik tekstiller adıyla bilinen tekstil teknolojisi ile elektronik teknolojinin 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 yaşanılacağı 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 yönelinmeli ve bu aşama da akıllı tekstillerin geliştirilmesi için gereken önem verilmelidir.

KAYNAKLAR

- ABDELFATTAH M. S., 2003. Electrotexiles: New Oppurtunities For The Weaving Industry. ISTEK 2003 Uluslar arası Isparta Tekstil Kongresi Bildiriler Kitabı, Isparta.
- ANBUMANI, N., 2006. Intelligent Textiles, The Next Generation Textiles. PSG College of Technology, Coimbatore.
- ATILGAN, T., 2001. Türk Tekstil Sektörünün Fırsat ve Riskleri. Tekstil İşveren Dergisi, 261.
- BALCI, H., 2006. Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller, Seçilmiş Kumaşlarda Antibakteriyel Apre ve Performans Özellikleri. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana.
- BALIK, M., ESİROĞLU, F., 2005. Tekstilde Renk Değiştiren Giysiler.
- COŞKUN, E., 2004. Türk ve Dünya Tekstil Sektörünün Genel Değerlendirilmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bitirme Ödevi, Adana.
- DEGUILLEMENT, D., 2003. Bio Medical Clothes, Smart Textile. Minatex, Institut Français Textile Habillement, France.
- EMEK, A., 2004. Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve İhracat İmkanları. T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracat Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara.
- ETHEM D., 2004. Uzak Giysisi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- JOSE A.G. , 2005. Advances in Technology: Smart & Engineered Textiles. Protective Clothing Research Group, Department of Human Ecology, University of Alberta.
- KAYATÜRK N., “Apre Malzemelerinde Yeni Uygulamalar”, Seminer Notları, Gemesan A.Ş. , Adana, 2004.
- KEİL, M., 2004. Akıllı Tekstiller Fonksiyonelliğinin Yedeği mi Yoksa Tamamlayıcısı mı?. Tekstil Maraton Dergisi, Mart-Nisan (2) : 73-74.
- KONTRAT O., “Tekstil Endüstrisinde Antimikrobiyel Uygulamalar”, Gemesan A.Ş., İstanbul.

- NORSTEBO, C.A., 2004. Intelligent Textiles, Soft Products. Norwegian University of Science and Technology, Department of Product Design NTNU, Norway.
- ŞAHİN, Ö., BULGUN, E.Y., KAYACAN, O., 2004a. Isıtma Fonksiyonlu Akıllı Giysiler. ASYUINISTA, Akıllı sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu, İstanbul.
- _____, 2004b. Geleceğin Askeri. Nonwoven Technical Textiles , (9) :102-111.
- TARAKÇIOĞLU, I., 2002. Türk ve Dünya Tekstili. Tekstil İşveren Dergisi, 276.
- _____, 2004. Tekstil Sanayi Gelecekte Nerede Üretecek?. X. Uluslararası Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu Bildirileri.
- _____, 2004. Türk Tekstilcisi, Teknik Tekstiller Keşfediyor. HIGHTEX 2005, İstanbul Uluslararası Teknik Tekstiller ve Nonwoven Fuarı Tanıtım Katalogu
- VASSILIADIS, S., PROVATIDIS, C., PREKAS K., RANGUSS M., 2004. Elektrik İletkenliği Bulunan Eğirilmiş İplikler. 10. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu.
- HIGHTEX, 2005. İstanbul Uluslararası Teknik Tekstiller ve Nonwoven Fuarı. Tanıtım katalogu.
- RUDOLF-DURANER, 2006. Firma Ürün Tanıtım Katoloğu, Mikrokapsüller.
- VİZYON 2023, 2003. Tekstil Paneli. Teknoloji Öngörüsü Projesi Son Rapor, İstanbul.
- <http://www.fibre2fashion.com/industry-article> , Web Sitesi, 2007.
- <http://www.eleksen.com/>, Web Sitesi, 2007.
- <http://www.elektex.com/>, Web Sitesi, 2007.
- <http://www.outlast.com/>, Web Sitesi, 2007.
- <http://www.3xdry.com/> , Web Sitesi, 2007.
- <http://www.diaplex.com/> , Web Sitesi, 2007.
- <http://www.aol.com/> , Web Sitesi, 2007.
- <http://www.tms.org/> , Web Sitesi, 2007.
- <http://www.kenencoregroup.com/> , Web Sitesi, 2007.
- <http://www.haberx.com/> , Web Sitesi, 2005.
- <http://www.electricnews.net/> , Web Sitesi, 2005.
- <http://www.textiles.ugent.be/> Web Sitesi, 2006.

[http:// www.cognis.com/textiles/pdfs/Active_Textiles_eng.pdf/](http://www.cognis.com/textiles/pdfs/Active_Textiles_eng.pdf/), Web Sitesi, 2007.

<http://www.bodyteq.com/> , Web Sitesi, 2007.

<http://www.silvergle outfitters.com/> , Web Sitesi, 2006.

<http://www.sensatex.com/> , Web Sitesi, 2006.

<http://www.gtwm.gatech.edu/> , Web Sitesi, 2005.

<http://www.luminex.it/> , Web Sitesi, 2007.

<http://www.technologyenabledclothing.com/> , Web Sitesi, 2007.

<http://www.gzespace.com/oricalco.htm> , Web Sitesi, 2007.

<http://www.etki.com/> , Web Sitesi, 2005.

<http://www.star.t.u-tokyo.ac.jp/projects/MEDIA/xv/oc-j.html/>, Web Sitesi, 2007.

<http://www.vizyon2023.tubitak.gov.tr/> , Web Sitesi, 2003.

<http://www.softswitch.com/> , Web Sitesi, 2005.

<http://www.spectrum.ieee.org/> , Web Sitesi, 2004.

<http://www.dtm.gov.tr/> , Web Sitesi, 2007.

<http://www.itkib.gov.tr/> , Web Sitesi, 2007.

ÖZGEÇMİŞ

1982 yılında Tarsus'ta doğdu. İlk-orta-lise eğitim ve öğretimini Adana da tamamladı. 2000 yılında Çukurova Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümünde Lisans eğitimine başladı. 2004 Haziran da bu bölümden mezun oldu. 2005-2006 yılları arasında Cognis-Henkel firmasının mümessilliğini yapan ACN Kimya A.Ş. firmasında Tekstil Mühendisi olarak, 2006-2007 yılları arasında ÖZBUCAK T.A.Ş. firmasında Ürün Geliştirme Uzmanı olarak çalıştı. 2007 yılı, şubat ayı itibariyle de, başta RIETER AG olmak üzere iplik sektöründe hizmet veren birçok yurtdışı firmanın mümessilli olan ERBEL MÜMESSİLLİK A.Ş.'de Tekstil Mühendisi olarak göreve başladı ve halen bu görevini sürdürmektedir. 2004 yılı, eylül ayında Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekstil Mühendisliği Anabilim dalında başladığı yüksek lisans eğitimine halen devam etmektedir.