

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Huriser BALCI

**AKILLI (FONKSİYONEL) TEKSTİLLER, SEÇİLMİŞ KUMAŞLARDA
ANTİBAKTERİYEL APRE VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİ**

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2006

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AKILLI (FONKSİYONEL) TEKSTİLLER, SEÇİLMİŞ KUMAŞLARDA
ANTİBAKTERİYEL APRE VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİ**

Huriser BALCI
YÜKSEK LİSANS TEZİ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu tez .././2006 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Oybirliği İle Kabul Edilmiştir.

İmza:.....	İmza:.....	İmza:.....
Prof. Dr. Osman	Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA	Prof. Dr. Selahattin SERİN
BABAARSLAN		
DANIŞMAN	ÜYE	ÜYE

Bu tez Enstitümüz Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Aziz ERTUNÇ
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.

Proje No: FBE.2004.YL.45

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 (FONKSİYONEL) TEKSTİLLER, SEÇİLMİŞ KUMAŞLARDA
ANTİBAKTERİYEL APRE VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİ

Huriser BALCI
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI
Danışman : Prof. Dr. Osman BABAARSLAN
Yıl : 2006, **Sayfa** : 251
Jüri : Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA
Prof. Dr. Selahattin SERİN

Bu çalışmada genel olarak ülkemizde çok yeni bir konu olan ve üzerinde çok fazla çalışmaya rastlanmayan akıllı (fonksiyonel) tekstiller hakkında geniş bilgi verilmiş, daha sonra antimikrobiyal apre üzerinde durulmuştur. Antimikrobiyal aprenin farklı hammaddedeki kumaşların performans özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır.

Çalışmanın deneysel kısmında kullanılmak üzere % 100 Pamuk, PES/VİS ve PES/VİS/EA karışımı dokuma kumaşlar temin edilmiştir. Bu kumaşlara tez konusu çerçevesinde antibakteriyel apre çalışmaları laboratuvar şartlarında uygulanmıştır. Apresi yapılan kumaş numunelerindeki işlem etkisinin testlerle ortaya konulabilmesi için laboratuvarda kumaşların antimikrobiyal, fiziksel ve haslık özellikleri incelenmiştir.

Çalışma sonunda, 3 farklı kumaş tipinde, antibakteriyel özellik kazandırmada kullanılan hangi apre maddesi, apre yöntemi ve apre derişiminin kumaşın hangi özelliğine ne şekilde etki gösterdiği belirlenmeye çalışılmış, belirli bir özellikteki kumaş üretimi için hangi proses parametrelerinin ve apre maddesinin daha uygun olabileceği istatistiksel yöntemler (varyans analizi) kullanılarak 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.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Tekstil, Antimikrobiyal/Antibakteriyel Apre, Kumaş Özellikleri

ABSTRACT

MsC THESIS

SMART (FUNCTIONAL)TEXTILES, ANTIBACTERIAL FINISHING ON THE SELECTED FABRICS AND PERFORMANCE FEATURES

Huriser BALCI

DEPARTMENT OF TEXTILE ENGINEERING
INSTITUTE OF NATUREL AND APPLIED SCIENCE
UNIVERSITY OF CUKUROVA

Supervisor : Prof. Dr. Osman BABAARSLAN

Year : 2006, **Page** : 251

Jury : Prof. Dr. R.Tuğrul OĞULATA
Prof. Dr. Selahattin SERİN

In this study, the knowledge is widely given about smart textiles and especially antimicrobial finishing which is a new subject in our country. There isn't much study in this area. The effects of antimicrobial finishing on the properties of fabrics made of different raw materials have been researched.

100 % Cotton, PES/VİS, PES/VİS/EA blended woven fabrics have been used in the experimental part of the study. The antimicrobial finishing applications are made in the laboratory conditions. The physical and fastness properties of the fabrics have been examined in quality control laboratory.

At the end of the study, in three kinds of fabrics, the best and optimum finishing agent, finishing process and finishing concentration is tried to be identified using statistical methods as ANOVA (variance of analysis) for antimicrobial finishing.

Experimental study showed that antimicrobial process parameters affect negatively on colour fastness to water and perspiration. It is also determined that resistance to pilling and colour fastness to washing are affected at least by antimicrobial finishing..

Key Words: Smart Textiles, Antimicrobial/Antibacterial Finishing, Fabric Properties

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimimin ilk gününden sonuna kadar geçen sürede, her aşamada desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini, tecrübesini ve değerli zamanını benimle paylaşan, tezin oluşumunda, düzenlenmesinde ve değerlendirilmesinde her türlü katkıda bulunan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Osman BABAARSLAN'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tezde kullanılan pamuklu kumaşların ham olarak teminini sağlayan Fibatek Dokuma İşletmeleri Fabrika Müdürü Sayın Uğur KAHYAOĞLU'na, ham pamuklu kumaşların ön terbiye ve boyamasının yapılması konusunda yardımda bulunan Misis Apre İşletmeleri Ar-Ge ve Kalite Güvence Sorumlusu Sayın Bikem MİLLİ'ye, PES/VİS ve PES/VİS/EA karışımı kumaşların temini ve emdirme yöntemine göre apre çalışmalarının yapılabilmesi için laboratuvar imkanlarını kullanmamı sağlayan Özbucak İşletmeleri Yönetim Kurulu Başkanı Sayın Fikret KARABUCAK'a, kimyasal laboratuvar şefi Hatice ER ve diğer laboratuvar çalışanlarına, çalışmanın çektirme yöntemine göre apre denemeleri için Ç.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü Kimyasal Laboratuvarı'nı kullanma konusunda desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. R. Tuğrul OĞULATA'ya çok teşekkür ederim.

Tezde kullanılan kimyasal maddelerin temininde desteklerini esirgemeyen Setaş Kimya Adana Bölge Satış Sorumlusu Nurettin TALTEKİN'e ve Gemsan Lubrikant Sorumlusu Özge TURHAN'a teşekkür ederim.

Tezin Antimikrobiyal testlerinin yapılabilmesi için numunelerin yurt dışındaki laboratuvarlara gönderilmesinde yardımlarını esirgemeyen Setaş Kimya Ultra-fresh Sorumlusu Ezgi ŞAHİN'e ve DEVAN Türkiye temsilcisi Ercan ARSLAN'a, aynı zamanda bazı antimikrobiyal testlerinin K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarları'nda yapılması konusunda desteklerini esirgemeyen sayın Doç. Dr. Metin DIĞRAK'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm çalışmam boyunca maddi manevi desteklerini benden esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme ve eşim Onur BALCI'ya sonsuz teşekkürü borç bilirim.

İÇİNDEKİLER	<u>Sayfa No</u>
ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	XI
ŞEKİLLER DİZİNİ	XIII
1. GİRİŞ	1
1.1. Dünya’da Mevcut Durum ve Eğilimler	2
1.2. Türkiye’de Tekstilin Durumu	4
1.3. Tekstil Sektörünün Teknolojik Öncelikleri	7
1.4. Akıllı Tekstiller Pazarı	10
1.4.1. Dünya Pazarı	11
1.4.2. Türkiye Pazarı	12
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	15
3. NANOTEKNOLOJİ VE TEKSTİLDEKİ UYGULAMALARI	27
3.1. Nanoteknolojinin Tanımı.....	27
3.2. Nanoteknolojinin Amaçları	29
3.3. Nanoteknolojinin Kullanım Alanları	29
3.4. Nanoteknolojinin Tekstil Sektöründeki Uygulamaları	31
3.4.1. Nanolifler	34
3.4.1.1. Elektrospın Yöntemi ile Nanolif Üretimi.....	35
3.4.1.2. Fibrilasyon ile Nanolif Üretimi.....	37
3.4.1.3. Meltblowing Yöntemi ile Nanolif Üretimi	38
3.4.1.4. Bikomponent Lif Üretim Yöntemi ile Nanolif Üretimi	40
3.4.1.5. Nanoliflerin Kullanım Alanları	42
3.4.2. Nano-tüpler	43
3.4.3. Nano-partiküller	44
3.4.4. Nano Boyuttaki Bitim İşlemleri	44
3.4.5. Faz Değiştiren Materyaller (PCM)	45
3.4.6. Biçimsel Hafızalı Materyaller (SMM)	45

3.4.7. Kromik Materyaller	46
3.4.8. Elektriksel Uygulamalar	46
4. AKILLI LİF VE KUMAŞ TEKNOLOJİLERİ.....	48
4.1. Elyafın Özelliği ile Oluşan Akıllı Tekstiller.....	51
4.1.1. Kullanıcıya Konfor Sağlayan Akıllı Lifler	51
4.1.1.1. Mikrolifler	51
4.1.1.2. Hollow (İçi Oyuk) Lifler	53
4.1.1.2.(1). Thermolite®	53
4.1.1.2.(2). ThermaStat®	55
4.1.1.2.(3). Holofiber®	56
4.1.1.3. Diaplex®	58
4.1.1.4. CoolMax®	60
4.1.1.5. Comfortrel®	65
4.1.1.6. Tactel®	67
4.1.1.7. Supplex®	69
4.1.1.8. Coolplus®	69
4.1.1.9. Akwatek® Poliester ve Akwadyne® Nylon	71
4.1.1.10. Mipan Aqua-F	73
4.1.2. Antimikrobiyal Lifler	74
4.1.3. Güç Tutuşan Lifler	78
4.1.3.1. Güç Tutuşur Poliester Lifleri	79
4.1.3.2. Güç Tutuşur Viskoz Lifleri	80
4.1.4. Yüksek Performanslı Lifler	81
4.1.4.1. Aromatik Poliamid (Aramid) Lifleri	84
4.1.4.1.(1). Polimer Eldesi	84
4.1.4.1.(2). Aromatik Poliamid (Aramid) Liflerinin Özellikleri ..	85
4.1.4.2. Karbon Lifleri	85
4.1.4.3. Kompozitler	87
4.1.5. Elektrik Akımını İleten Lifler	88
4.2. Bitim İşlemleri ile Elde Edilen Akıllı Tekstiller	92
4.2.1. Antimikrobiyal Bitim İşlemi	92

4.2.1.1. Mikroorganizmaların Etkileri	93
4.2.1.2. Antimikrobiyal Maddeler ve Çalışma Mekanizmaları	94
4.2.1.3. Antimikrobiyal Bitim İşlemi	100
4.2.2. Su ve Kir İtici Bitim İşlemi	102
4.2.2.1. Nanoteknoloji ile Kir İtici Uygulamaları	104
4.2.2.1.(1). Schoeller Nanosphere Fabrics	107
4.2.2.1.(2). Nano-Pel®	109
4.2.2.2. Florokarbon Esaslı Su, Yağ ve Kir İtici Apre Uygulamaları	109
4.2.2.3. Plazma Polimerizasyon Teknolojisi ile Su ve Kir İticilik Bitim İşlemi	112
4.2.3. Güç Tutuşurluk Bitim İşlemi	113
4.2.3.1. Yanma Mekanizması	114
4.2.3.2. Güç Tutuşurluk Kimyasalları	114
4.2.3.3. Güç Tutuşur Apre Uygulamaları	117
4.2.3.4. Güç Tutuşurluk İçin Kullanılan Test Yöntemleri	117
4.2.4. Koku Güzelleştirici Bitim İşlemleri	119
4.2.4.1. Cyclofresh®	119
4.2.4.2. Mikrokapsül İşlemi	121
4.2.4.2.(1). Skintex	122
4.2.5. Çabuk Kuruma, Nefes Alabilme Özelliği Sağlayan Bitim İşlemi ...	123
4.2.5.1. Nano-Dry	123
4.2.5.2. Schoeller 3XDRY	126
4.3. Elektronik Aksamların Eklenmesiyle Elde Edilen Akıllı Tekstiller	126
4.3.1. Isıtma Fonksiyonlu Akıllı Giysiler	127
4.3.1.1. Isı Depolayan ve Isı Düzenleyici Tekstiller	129
4.3.1.2. Isıtıcı Akıllı Giysi Örnekleri	130
4.3.2. Kamuflej Giysileri	131
4.3.3. İnsan Sağlığında Kullanılan Akıllı Giysiler	132
4.3.4. Giyilebilir Bilgisayarlar	135
4.3.5. Giyim Dışında Kullanılan Akıllı Tekstiller	137
4.3.6. Oda Sıcaklığına Göre Rengi Değişen Kumaşlar	139

5.2.3.9. Sürtünme Haslığı Testi	174
5.2.3.10. Ter Haslığı Testi	175
5.2.3.11. Su Haslığı Testi	176
6. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR	177
6.1. Antibakteriyel Testi Sonuçları	177
6.1.1. Disk Difüzyon Metoduna Göre Antibakteriyel Test Sonuçları	177
6.1.1.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	179
6.1.1.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	180
6.1.1.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	181
6.1.2. ASTM E2149-01 Metoduna Göre Antimikrobiyal Test Sonuçları ..	181
6.1.3. AATCC 147 Metoduna Göre Antibakteriyel Test Sonuçları	182
6.1.3.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	183
6.1.3.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	183
6.1.3.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	184
6.2. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları	185
6.2.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları	185
6.2.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları	187
6.2.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları ...	189
6.3. Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları	191
6.3.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları	191
6.3.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları	192
6.3.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları ..	193
6.4. Martindale Pilling Test Sonuçları	194
6.4.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Martindale Pilling Test Sonuçları	194
6.4.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Martindale Pilling Test Sonuçları	195
6.4.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Martindale Pilling Test Sonuçları	195
6.5. Buruşma Açısı Testi Sonuçları	196
6.5.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Buruşma Açısı Test Sonuçları	196
6.5.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Buruşma Açısı Test Sonuçları	197
6.5.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Buruşma Açısı Test Sonuçları	198
6.6. Elastikiyet Test Sonuçları	199

6.6.1. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Elastikiyet Test Sonuçları	200
6.7. Kalıcı Uzama Test Sonuçları	201
6.7.1. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Kalıcı Uzama Test Sonuçları	201
6.8. Yıkama Haslığı Testi Sonuçları	202
6.8.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Yıkama Haslığı Test Sonuçları	202
6.8.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Yıkama Haslığı Test Sonuçları	203
6.8.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Yıkama Haslığı Test Sonuçları	204
6.9. Sürtme Haslığı Testi Sonuçları	204
6.9.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Sürtme Haslığı Test Sonuçları	205
6.9.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Sürtme Haslığı Test Sonuçları	205
6.9.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Sürtme Haslığı Test Sonuçları	206
6.10. Su Haslığı Testi Sonuçları	207
6.10.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Su Haslığı Test Sonuçları	207
6.10.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Su Haslığı Test Sonuçları	208
6.10.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Su Haslığı Test Sonuçları	209
6.11. Ter Haslığı Testi Sonuçları	209
6.11.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Ter Haslığı Test Sonuçları	210
6.11.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Ter Haslığı Test Sonuçları	211
6.11.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Ter Haslığı Test Sonuçları	212
6.12. Sonuçların İstatistiksel Değerlendirmesi	213
6.12.1. Kopma Mukavemeti Testi	214
6.12.1.1. Pamuklu Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme	214
6.12.1.2. PES/VİS Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme	218
6.12.1.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme	222
6.12.2. Yırtılma Mukavemeti Testi	226
6.12.2.1. Pamuklu Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme	226
6.12.2.2. PES/VİS Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme	228
6.12.2.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme	230
6.12.3. Elastikiyet Testi	232
6.13.3.1. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme	232
6.13.4. Kalıcı Uzama Testi	234

6.12.4.1. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme.	235
7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	237
7.1. Pamuklu Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler	238
7.2. PES/VİS Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler	239
7.3. PES/VİS/EA Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler	240
7.4. Antibakteriyel Apre İçin Öneriler	241
7.5. Sonraki Çalışmalar	242
KAYNAKLAR	243
ÖZGEÇMİŞ	251

ÇİZELGELER DİZİNİ	Sayfa No
Çizelge 3.1. Farklı Üretim Yöntemleri İle Elde Edilen Nanolifler	42
Çizelge 4.1. Akıllı Tekstillerin Materyal Formuna Göre Sınıflandırılması ...	49
Çizelge 4.2. Akıllı Tekstillerin Üretim Biçimine Göre Sınıflandırılması	50
Çizelge 4.3. Comfortrel® Elyafının Özellikleri	66
Çizelge 4.4.. Coolplus® Lifinin Diğer Liflerle Kıyaslanması	70
Çizelge 4.5. Ticari Antimikrobiyal Lifler	75
Çizelge 4.6. Yüksek Performanslı Liflerin Özelliklerine Göre Gruplandırılması	82
Çizelge 4.7. Kullanıcı İçin Temini Mümkün Olan Yüksek Performanslı Lifler ve Mekanik Özellikleri	83
Çizelge 4.8. Aramid Ürün İsimleri ve Firmaları	84
Çizelge 4.9. Ticari Antimikrobiyal Maddeler ve Üreticileri	95
Çizelge 4.10. Antimikrobiyal Tekstillere Uygulanan Bitim İşlemi Teknikleri ..	100
Çizelge 4.11. Bazı Güç Tutuşurluk Maddeleri ve Kullanıldıkları Lifler	116
Çizelge 4.12. Güç Tutuşurluk Test Standartları	118
Çizelge 5.1. Çalışmada Kullanılan Kumaşların Konstrüktif Özellikleri	146
Çizelge 5.2. Çalışmada Kullanılan Antibakteriyel Apre Maddeleri	146
Çizelge 5.3. Çalışmada Kullanılan % 100 Pamuklu Kumaşın Ön Terbiye Prosesleri	153
Çizelge 5.4. Çalışmada Kullanılan PES/VİS Kumaşın Ön Terbiye Prosesleri .	153
Çizelge 5.5. Çalışmada Kullanılan PES/VİS/EA Kumaşın Ön Terbiye Prosesleri	154
Çizelge 5.6. Çalışmada Kullanılan Kumaşlara Uygulanan İşlemler	156
Çizelge 5.7. Emdirme Yöntemi ile Yapılan Antibakteriyel Aprelerin İşlem Koşulları	157
Çizelge 5.8. Çektirme Yöntemi İle Yapılan Antibakteriyel Aprelerin İşlem Koşulları	159
Çizelge 5.9. Çalışma Kapsamında Numune Kumaşlara Uygulanan Testler	160

Çizelge 5.10.	Kalitatif ve Kantitatif Test Yöntemleri	161
Çizelge 5.11.	ISO 105-C06 Standardına Göre Yıkama Haslığı Deney Şartları ..	173
Çizelge 6.1.	Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	179
Çizelge 6.2.	PES/VİS Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	180
Çizelge 6.3.	PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	181
Çizelge 6.4.	PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	182
Çizelge 6.5.	Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	183
Çizelge 6.6.	PES/VİS Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	184
Çizelge 6.7.	PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları	184
Çizelge 6.8.	Pamuklu Numunelere Uygulanan Martindale Pilling Test Sonuçları	194
Çizelge 6.9.	PES/VİS Numunelere Uygulanan Martindale Pilling Test Sonuçları	195
Çizelge 6.10.	PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Martindale Pilling Test Sonuçları	196
Çizelge 6.11.	Pamuklu Numunelere Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları	202
Çizelge 6.12.	PES/VİS Numunelere Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları	203
Çizelge 6.13.	PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları	204
Çizelge 6.14.	Pamuklu Numunelere Uygulanan Su Haslığı Test Sonuçları	208
Çizelge 6.15.	PES/VİS Numunelere Uygulanan Su Haslığı Test Sonuçları	208
Çizelge 6.16.	PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Su Haslığı Test Sonuçları .	209
Çizelge 6.17.	Pamuklu Numunelere Uygulanan Ter Haslığı Test Sonuçları	210
Çizelge 6.18.	PES/VİS Numunelere Uygulanan Ter Haslığı Test Sonuçları	211
Çizelge 6.19.	PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Ter Haslığı Test Sonuçları	212
Çizelge 7.1.	Pamuklu Kumaşta Antibakteriyel Apresi Yapılmış Numunelerin Referansa Göre Kumaş Özelliklerindeki Değişimi	238
Çizelge 7.2.	PES/VİS Kumaşta Antibakteriyel Apresi Yapılmış Numunelerin Referansa Göre Kumaş Özelliklerindeki Değişimi	239
Çizelge 7.3.	PES/VİS/EA Kumaşta Antibakteriyel Apresi Yapılmış Numunelerin Referansa Göre Kumaş Özelliklerindeki Değişimi .	240

ŞEKİLLER DİZİNİ	Sayfa No
Şekil 3.1. Electrospinning Yöntemi ile Nanolif Üretimi	36
Şekil 3.2. Elektrospining Yöntemiyle Elde Edilen Nanolif	37
Şekil 3.3. Meltblown Naylon 6.6	38
Şekil 3.4. Meltblow Tekniğinin Şeması	39
Şekil 3.5. Deniz İçinde Ada Elyafından Elde Edilmiş Spun Bond Kumaş ...	41
Şekil 4.1. Mikrolifin Boyutu	51
Şekil 4.2. Mikrolifler ile Dokunan Kumaş	52
Şekil 4.3. Mikroliflerden Dokunmuş Kumaş Özellikleri	53
Şekil 4.4. Thermolite® Liflerinin Kesit Görüntüsü	54
Şekil 4.5. Thermolite® Liflerinin Termal Özelliklerinin Diğer Liflerle Karşılaştırılması	55
Şekil 4.6. Thermastat® Lifinin ve Konvansiyonel Liflerin Kesit Şekli	56
Şekil 4.7. Thermastat® Lifinde Nem Transferi	56
Şekil 4.8. Holofiber Elyafı Yapısı	57
Şekil 4.9. Düşük Sıcaklıkta Polimer Molekül Yapısı	58
Şekil 4.10. Çevre Isısı Arttığında Molekül Yapısı	59
Şekil 4.11. Diaplex®/Kumaş Ürününün Kesit Görünüşü	59
Şekil 4.12. Coolmax® Filamenti	60
Şekil 4.13. Coolmax® Filamentlerinin Kesit Görünüşü	61
Şekil 4.14. Coolmax®'lı Kumaşta Nem Transferi	61
Şekil 4.15. Coolmax® Elyafının Kuruma Özelliğinin Diğer Liflere Göre Kıyaslanması	62
Şekil 4.16. İşlem Görmüş Poliester ile Coolmax®'ın Su Buharlaştırmalarının Karşılaştırılması	63
Şekil 4.17. Coolmax® Elyafının Kalp Atış Hızına Etkisi	63
Şekil 4.18. Coolmax® Golf Eldiveni	64
Şekil 4.19. Coolmax Alta™ Elyafının Kuruma Özelliğinin Diğer Liflere Göre Kıyaslanması	64
Şekil 4.20. Coolmax Alta™ Eğrilmiş İplikli Kumaşın Pilling Testi	

Karşılaştırması	65
Şekil 4.21. Comfortrel® Elyafında Nem Transferi	66
Şekil 4.22. Comfortrel® Elyafının Kuruma Süresinin Diğer Liflerle Kıyaslanması	67
Şekil 4.23. 7200 Devir Sonrasında Örgü Kumaş Pilling Karşılaştırmaları	68
Şekil 4.24. Tactel® Elyafının Kuruma Süresinin Diğer Liflerle Kıyaslanması	68
Şekil 4.25. Supplex® Lifinin Kesit Şekli	69
Şekil 4.26. Coolplus® Lifinde Nem ve Hava Transferi	70
Şekil 4.27. Coolplus® ve Diğer Liflerin Su Damlatıldıktan Sonraki Görüntüleri	71
Şekil 4.28. Akwatek Elyafının Sıcak Havada Nem Transferi	72
Şekil 4.29. Akwatek Elyafının Soğuk Havada Nem Transferi	72
Şekil 4.30. Aqua-F Elyafı	73
Şekil 4.31. Aqua-F Lifinin Difüzyon Alanının Karşılaştırılması	74
Şekil 4.32. Aqua-F Lifinin Difüzyon Süresinin Karşılaştırılması	74
Şekil 4.33. Lif çekiminden önce Poliester/Karbon Nano Lif Kompoziti	86
Şekil 4.34. Metalize Akrilik Liflerinin Mikroskopik Görüntüsü	92
Şekil 4.35. Kitin	99
Şekil 4.36. Kitosan	99
Şekil 4.37. Su İticilikte Yüzey Gerilim Kuvvetlerinin Denge Durumu	103
Şekil 4.38. Bir Nilüfer Çiçeği ve Yaprağı	105
Şekil 4.39. Nilüfer Çiçeği Yaprağındaki Su Damlasının Durumu	105
Şekil 4.40. Bir Nilüfer Çiçeği Yaprağının Elektron Mikroskop Görüntüsü ...	105
Şekil 4.41. Hidrofob ve Nano Yapıdaki Yüzeylerde Islanmama Prensibi	106
Şekil 4.42. Düzgünsüz Yüzeyde Su ile Kendi Kendini Temizleme Prensibi .	107
Şekil 4.43. Lotus Yaprağının ve Nanosphere'ın Yüzey Yapıları	108
Şekil 4.44. Bazı Elyaf ve Sıvıların Kritik Yüzey Gerilimleri	110
Şekil 4.45. Floroakrilat Oluşumu	111
Şekil 4.46. Florokarbonların Kumaşa Bağlanmalarının Şematik Gösterimi ..	111
Şekil 4.47. Plazma ile Florokarbon polimeri Kaplanmış Pamuklu Kumaş Üzerinde Su Damlası	113

.....	
Şekil 4.48. Cyclodekstrin Molekülünün Güzel Koku Yayma Mekanizması ..	120
Şekil 4.49. Cyclodekstrin Molekülünün Ter Kokusunu Giderme Mekanizması	121
Şekil 4.50. Skintex'in Poliester ve Pamuk Üzerindeki SEM Görüntüleri	123
Şekil 4.51. Nano-Dry Kumaş ve Normal Poliesterin Kuruma Özelliğinin Karşılaştırılması	125
Şekil 4.52. 3XDRY Kumaşın Kuruma Süresinin Karşılaştırılması	126
Şekil 4.53. Isıticılı Bir Giysi Prototipi	128
Şekil 4.54. İletken Liflerin Tekstil Yapılarında Kullanım Şekilleri	129
Şekil 4.55. Isıticılı Giysi Örnekleri	131
Şekil 4.56. Görünmez Giysi	132
Şekil 4.57. Dokunmuş Giyilebilir Anakart	133
Şekil 4.58. Bebekler için Akıllı Tulum	134
Şekil 4.59. Felçliler için Geliştirilen Giysi	135
Şekil 4.60. Radyo Çalabilen Ceket	137
Şekil 4.61. Kumaştan Yapılmış Mouse	138
Şekil 4.62. Kumaştan Yapılmış Klavye ve Mouse	138
Şekil 4.63. Koltuğa Entegre Kumanda (solda) ve Perdeye Entegre Lamba Düğmesi (sağda)	139
Şekil 4.64. Sıcaklığa Göre Renk Değiştiren Kumaş	140
Şekil 5.1. PES/VİS Kumaşın Boyama Grafiği	155
Şekil 5.2. Laboratuar Tipi Numune Fular	156
Şekil 5.3. Laboratuar Tipi Numune Ramöz	157
Şekil 5.4. Laboratuar Tipi Numune HT Boyama Makinesi	158
Şekil 5.5. Laboratuar Tipi Hava Sirkülasyonlu Kurutma Fırını	159
Şekil 5.6. Bakteri Üremesi	161
Şekil 5.7. Antimikrobiyal Testinde Numuneler	162
Şekil 5.8. Fungal Organizma	163
Şekil 5.9. Antifungal Testinde Numuneler	164
Şekil 5.10. Disk Difüzyon Metoduna Göre Yapılmış Antibakteriyel Testi ...	165

Şekil 5.11.	Titan Mukavemet Test Cihazı	168
Şekil 5.12.	Elmatear Yırtılma Mukavemeti Test Cihazı	169
Şekil 5.13.	Martindale Pilling Test Cihazı	170
Şekil 5.14.	Wrinkle Recovery Cihazı	170
Şekil 5.15.	Gyrowash Yıkama Ve Kuru Temizleme Haslığı Test Cihazı	172
Şekil 5.16.	Gri Skala	173
Şekil 5.17.	Crockmetre	174
Şekil 6.1.	Disk Difüzyon Metoduna Göre Yapılan Antibakteriyel Testinin Görüntüleri	178
Şekil 6.2.	Pamuklu Numunelere Uygulanan Kopma Mukavemeti Test Sonuçları	185
Şekil 6.3.	Pamuklu Numunelere Uygulanan Kopma Uzaması Test Sonuçları	186
Şekil 6.4.	PES/VİS Numunelere Uygulanan Kopma Mukavemeti Test Sonuçları	187
Şekil 6.5.	PES/VİS Numunelere Uygulanan Kopma Uzaması Test Sonuçları	188
Şekil 6.6.	PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Kopma Mukavemeti Test Sonuçları	189
Şekil 6.7.	PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Kopma Uzaması Test Sonuçları	190
Şekil 6.8.	Pamuklu Numunelere Uygulanan Yırtılma Mukavemeti Testi Sonuçları	191
Şekil 6.9.	PES/VİS Numunelere Uygulanan Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları	192
Şekil 6.10.	PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları	193
Şekil 6.11.	Pamuklu Numunelere Uygulanan Buruşma Açısı Test Sonuçları.	197
Şekil 6.12.	PES/VİS Numunelere Uygulanan Buruşma Açısı Test Sonuçları.	198
Şekil 6.13.	PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Buruşma Açısı Test Sonuçları	199

Şekil 6.14. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Elastikiyet Test Sonuçları.	200
Şekil 6.15. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Kalıcı Uzama Test Sonuçları.....	201
Şekil 6.16. Pamuklu Numunelere Uygulanan Sürtme Haslığı Test Sonuçları	205
Şekil 6.17. PES/VİS Numunelere Uygulanan Sürtme Haslığı Test Sonuçları	206
Şekil 6.18. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Sürtme Haslığı Test Sonuçları.....	207
Şekil 6.19. Pamuklu Kumaşların Çözümlü Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiğı.....	214
Şekil 6.20. Pamuklu Kumaşların Atkı Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiğı	215
Şekil 6.21. Pamuklu Kumaşların Çözümlü Yönü Kopma Uzaması Model Grafiğı	216
Şekil 6.22. Pamuklu Kumaşların Atkı Yönü Kopma Uzaması Model Grafiğı	217
Şekil 6.23. PES/VİS Kumaşların Çözümlü Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiğı.....	218
Şekil 6.24. PES/VİS Kumaşların Atkı Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiğı	219
Şekil 6.25. PES/VİS Kumaşların Çözümlü Yönü Kopma Uzaması Model Grafiğı	220
Şekil 6.26. PES/VİS Kumaşların Atkı Yönü Kopma Uzaması Model Grafiğı	221
Şekil 6.27. PES/VİS/EA Kumaşların Çözümlü Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiğı	222
Şekil 6.28. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiğı	223
Şekil 6.29. PES/VİS/EA Kumaşların Çözümlü Yönü Kopma Uzaması Model Grafiğı	224
Şekil 6.30. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Kopma Uzaması Model Grafiğı	225
Şekil 6.31. Pamuklu Kumaşların Çözümlü Yönü Yırtılma Mukavemeti Model Grafiğı	226

Şekil 6.32. Pamuklu Kumaşların Atkı Yönü Yırtılma Mukavemeti Model	
Grafiği	227
Şekil 6.33. PES/VİS Kumaşların Çözüğü Yönü Yırtılma Mukavemeti Model	
Grafiği	228
Şekil 6.34. PES/VİS Kumaşların Atkı Yönü Yırtılma Mukavemeti Model	
Grafiği	229
Şekil 6.35. PES/VİS/EA Kumaşların Çözüğü Yönü Yırtılma Mukavemeti	
Model Grafiği	230
Şekil 6.36. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Yırtılma Mukavemeti	
Model Grafiği	231
Şekil 6.37. PES/VİS/EA Kumaşların Çözüğü Yönü Elastikiyet Model Grafiği	233
Şekil 6.38. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Elastikiyet Model Grafiği..	234
Şekil 6.39. PES/VİS/EA Kumaşların Çözüğü Yönü Kalıcı Uzama Model	
Grafiği	235
Şekil 6.40. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Kalıcı Uzama Model	
Grafiği	236

1. GİRİŞ

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 aşağıdaki gibidir:

- Başlangıçta sadece örtünmek için kullanılan giysilerde, zamanla süslenme fonksiyonu ön plana çıkmıştır.
- 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, yelkenbezi, keçe gibi kısıtlı miktar ve kullanım yerine sahip olan özellikli tekstillerin kullanım yerleri, ziraatten-inşaata, her türlü taşıt ve taşıma aracından savunma sanayi ve sağlık sektörüne kadar geniş bir alana yayılmıştır.
- Önümüzdeki 15-20 yıl için beklenen ise günümüzde daha çok teknik tekstiller olarak bilinen ürünlerin miktar ve öneminin çok daha fazla artmasıdır. Bu arada, tekstil elyaf ve malzemelerini diğer polimer ve/veya malzemelerle karıştırarak, bir araya getirerek oluşturulan **kompozit malzemelerin** öneminin de büyük ölçüde artacağı tahmin edilmektedir.
- 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, 2003].

1.1. Dünya’da Mevcut Durum ve Eğilimler

Tekstil ürünleri üretiminde meydana gelen ve gelebilecek olan önemli değişiklikler açısından, konfeksiyon dahil tüm tekstil ürün yelpazesindeki mevcut durum ve olası gelişmeler, ana hatları ile aşağıdaki gibidir [Tarakçıoğlu, 2003];

- 1) Moda-marka ürünlerinin pazar payı %5’i geçmese de, sağladıkları katma değer yüksekliği nedeniyle şu anda bütün tekstilcilerin rüyası olmaya devam etmektedir.
- 2) Modaya yönelik, parti üretimi yapılan ve sağladığı katma değer sıradan ürünlere nazaran daha yüksek olan ürünlerin pazar payı %20 dolaylarındadır.
- 3) Ucuz, sıradan, seri üretilen tekstil ürünleri (commodity textiles), halen hacim olarak pazarın yaklaşık %55-60 kadarını oluşturmaktadırlar. Tekstil sektöründe mevcut kapasite fazlasının hemen hemen tamamı bu gruba aittir. Bir diğer deyişle, bu türden ürünlerin üretimini artırmaya imkan sağlayacak atıl kapasite, dünyanın çeşitli yerlerinde mevcuttur.
- 4) Tekstil pazarının geri kalan yaklaşık %20’sini teknik tekstiller oluşturmaktadır. Başlangıçta urgan, halat, çuval, yelkenbezi, keçe gibi kısıtlı miktar ve kullanım yeri olan fonksiyonel tekstillerin kullanım alanları, bugün, tarımdan inşaata, taşıt ve taşıma araçlarından savunma sanayiine ve sağlık sektörüne kadar geniş bir alana yayılmaktadır. Önümüzdeki 15-20 yıl içinde teknik tekstillerin miktar ve öneminin artması beklenmektedir. Buna ilaveten, tekstil elyaf ve malzemelerini diğer malzemelerle, özellikle polimerlerle karıştırarak oluşturulan kompozit malzemelerin önemi büyük ölçüde artacaktır.
- 5) Gelecekte, giyenlere ve kullananlara örtünme ve süslemenin ötesinde, başta sağlık, güvenlik ve enformasyon alanlarında olmak üzere, başka hizmetler de sunabilen çok işlevli akıllı tekstil ürünlerinin üretimi ve kullanımı artacak ve gelişecektir. Uzun dönemde çok işlevli akıllı tekstil ürünlerinin ciddi boyutlu pazar payı alacağı beklenmektedir. Ar-Ge çalışmaları sonucu geliştirilecek bu ürünlerin üretimi, uzun yıllar güçlü Ar-Ge imkanlarına sahip bilgi toplumu ülkelerin tekelinde kalacak ve dolayısıyla buradan sağladıkları katma değer de yüksek olacaktır.

Önümüzdeki yirmi yılda bireylerin ve toplumların yaşamındaki temel itici güç, bilgi (üretme, paylaşma, işleme) ve teknoloji (Ar-Ge ve teknoloji geliştirme) olacaktır. Buna bilişim teknolojisinin gelişmesi ile artan küreselleşme olgusu ve dünya ticareti eklendiğinde, tekstil sektörünü etkileyecek temel eğilimler [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004];

- Bireysel, kurumsal, toplumsal boyutta küresel etkileşimin, işbirliklerinin ve rekabetin artacağı, disiplinler ve sektörler arası yeni çalışma alanlarının ve ürünlerin ortaya çıkacağı;
- Global nüfus artışının yavaşlayacağı; çevre bilincinin ve evrensel değerlerinin önem kazanacağı; demokrasinin ve yönetime katılımın, insan yaşamının süresinin ve kalitesinin (gelişmiş toplumlarda) artacağı; farklı/alternatif düşünce ve yaşam biçimlerinin ortaya çıkacağı; boş zamanın, çok amaçlı seyahatlerin ve klimatize ortamların artacağı;
- Üretim süreçlerinde otomasyonun artacağı, iş gücü talebinin üretimden hizmet sektörüne kayacağı; iş ve üretim süreçlerinin küresel paylaşımının ve uzmanlaşmanın, yarı zamanlı (part-time), ofis dışı (LIW), proje bazlı çalışmaların, yaratıcı, yenilikçi ve nitelikli beyin gücü talebinin artacağı;
- Arzın talebi aşacağı, kişiye özgü üretim ve hizmet sağlanacağı, üretimin ekonomik ölçek boyutlarının küçüleceği, erişim, dağıtım ve iletişim kanal ve ortamlarının çeşitleneceği, iş ve yönetimde bilgi sistem ve teknolojileri kullanımının artacağı;
- İnsan, ortam, araç, alan, barınak giydirmesinde akıllı, çok amaçlı ve işlevli; kullanım kolaylığı, estetik ve optik zenginliği olan tekstil bazlı ürünlere; bir kere giyilip atılan, geri dönüşümlü, yıpranmayan, buruşmayan, vücut ısını dengeleyen, hastalıkları teşhis ve tedavi edebilen, bireysel talebe göre anında üretilen, ultra hafif, dayanıklı giysilere talebin artacağı; formal giyimin azalacağı; genelde sentetik ve suni elyafta talebin doğal elyafa göre, gelişmekte olan ülkelerde elyaf tüketiminin de gelişmiş ülkelere göre daha fazla artacağı yönündedir [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004].

1.2. Türkiye’de Tekstil Durumu

Türk Tekstil Sektörü teknoloji düzeyi, ekonomik etkinliği ve sosyal etkileşimi itibariyle ülkenin önde gelen sosyo-ekonomik faaliyet alanlarından biridir. Sektörün bu konumunu önümüzdeki yirmi yıl boyunca koruması, hatta geliştirmesi beklenmektedir. Tekstil sektörümüzün ürün kalitesi ve üretim teknolojisi çağdaş dünya standartlarındadır. Üretiminin yaklaşık dörtte üçü on yaşından daha genç makine ve teçhizatla gerçekleştirilmektedir [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004].

Üretim kapasitesi açısından Türkiye, kurulu kapasite iş sayısı itibariyle dünya’da altıncı, rotor sayısında ise dördüncü sıradadır ve iş sayısında dünya kapasitesinin %3,4’üne, rotor sayısında ise %5.5’ine sahiptir. Avrupa Birliği’nde kurulu pamuk tipi kısa elyaf kapasitesinin yaklaşık yarısı Türkiye’dedir. Yani, Türkiye’de kurulu kapasite tek başına AB kurulu kapasitesine denktir. Dokuma ve örgü kumaş üretiminde, yaşlı mekikli tezgahlar dikkate alınmasa dahi, kurulu dokuma kapasitesi AB toplamının dörtte biri kadardır ve Avrupa’daki en büyük yuvarlak örme kapasitesine sahiptir. 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.

Tekstil sektörü ülkede yaratılan katma değer (GSMH) onda birinden, ülke ihracatının üçte birinden fazlasını gerçekleştirmektedir. Tekstil ve hazır giyim sektörünün imalat sanayi içindeki katma değer payı altıda birdir. Özellikle giyim alt sektörünün emek yoğun karakteri nedeniyle, tekstil sektörü toplam yaklaşık 27,500 işyerinde 523,000 kayıtlı kişiye istihdam sağlamaktadır. Sektör yaygın yan sanayii ağı ile birlikte iki milyona yaklaşan çalışanıyla önemli bir sosyal işleve sahiptir.

Tekstil ve hazır giyim sektörü yüksek ihracat performans ve potansiyeline sahiptir; dünya tekstil ihracatındaki payı % 2.7, hazır giyimdeki payı % 3.4 dolaylarındadır. Sınır, bavul ve turist ticareti ayrı tutulduğunda dahi, 15 milyar Dolar civarındaki tekstil ve hazır giyim ihracatıyla Türkiye, tekstilde Avrupa’nın birinci, dünya’nın ondördüncü; hazır giyim ürünlerinde de Avrupa’nın ikinci, dünyanın

yedinci büyük tedarikçisidir. Sektördeki beklentiler, artık bu sektör ürünlerinin ülke için bir marka olması, bir imaj yaratmasıdır.

Tekstil sektörünün bugünkü konumunu daha da güçlendirerek sürdürebilmesi ise, teknolojisini çağın önünde tutabilecek düzeyde geliştirmesine ve bilgi yoğunluğu ve katma değeri yüksek ürünlere yönelmesine bağlıdır. Bunun için, tekstil sektörünün faaliyet gösterdiği iplik, örme, “nonwoven”, dokuma, tekstil terbiyesi ve konfeksiyon alanlarında teknoloji geliştirme ve Ar-Ge çalışmalarına önem vermesi ve kaynak ayırması gerekmektedir [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004].

Diğer taraftan, tekstil sanayi teknoloji ve girdiler açısından önemli ölçüde diğer sektörlerle bağımlıdır. Sektörün önemli girdilerinden olan pamuk üretimi tarım sektörünün; sentetik hammaddelerin ve tekstil terbiyesinde kullanılan boyar maddeler ve kimyasalların üretimi kimya sanayiinin faaliyet alanına girmektedir. Diğer taraftan, ülkemizde tekstil makinesi üretimi yalnızca sınırlı sayıda ve daha çok teknolojik olarak göreceli basit bazı makineler ile sınırlıdır. Ürün kalitesinin yükseltilmesinde önemli mesafeler kat edilmiş olsa da, tekstil sanayiinin hızla gelişmesi ve topluma refah sağlamasında anahtar olan bu alanlarda yeterli teknolojik gelişmelerin de sağlanması gerekli görülmektedir. Makine, kimya, elektrik-elektronik, bilişim, malzeme ve eğitim alanlarıyla etkileşim içinde sağlanabilecek böyle bir teknolojik gelişimin, yaratacağı sinerji ile, tekstil sektörünü olduğu kadar diğer sektörleri de etkileyeceği açıktır.

Topluma yüksek oranda istihdam sağlayan tekstil sektöründeki gelişmenin, toplumun refahı üzerindeki pozitif etkisi yadsınamaz. Ancak, tekstil sanayinin ucuz işgücü avantajından yararlanacağı dönemler geride kalmaktadır. Bizden çok daha ucuz işgücüne sahip ülkeler, tekstil ve konfeksiyonda hızla ilerlemekte ve bu alana büyük boyutlu teknolojik yatırımlar yapmaktadırlar. Özellikle 2005’ten sonra dünyada oluşan serbest rekabet ortamında Türk Tekstil Sektörü’nün rekabetçi olması, ancak sektörün teknoloji düzeyinin, ilgili alanlardaki eğitimin ve inovasyon yeteneğinin yükseltilmesi, Ar-Ge faaliyetlerinin artırılması ve moda ve marka yaratılması ile mümkün görülmektedir.

TÜBİTAK'ın Vizyon 2023 paneli, önümüzdeki 20 yıl için tekstil sektörünün vizyonunu şöyle belirlemiştir:

“Küreselleşme olgusunun ve küresel etkileşimin etkilerinin, bilgi ve teknoloji üreten ile bunu kullanan/satın alan toplumlar arasındaki gelişmişlik ve refah farkının artacağı bir dünyada Türk Tekstil Sektörünün vizyonu; katma değeri yüksek, yenilikçi, rekabetçi ve teknoloji içeren ürün ve hizmet sunumları ile dünya ticaretindeki payını ve toplumsal refahı artırmaktır” [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004] .

Panelin, bu vizyonu gerçekleştirmeye yönelik belirlediği makro hedefler arasında ihracat gelirlerinin en az %15'inin yüksek teknoloji içeren mamullerden sağlanması da yer almaktadır. Bu kapsamda çok amaçlı-işlevli akıllı ve katma değeri yüksek ürünlerin ve yeniliklerin sunumunu, çevreyi koruyarak ve yüksek teknoloji kullanımını artırarak sağlanmalıdır [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004].

Tekstilde yenilik alanında meydana gelen hızlı gelişim konusunda, başka bir ifade ile teknik ve teknolojik tekstil ile ilgili genel kabul görmüş bir tanımlama yoktur. Bu hem *ürünün türüne, hem de tekstilin kullanım şekline bağlıdır*. Yüksek teknolojik tekstil ürünleri; yüksek mukavemetli iplikler veya özel esnek ya da kaplanmış kumaşlar olarak verilebilir. Nakliye ve taşıt araçları sanayii teknik tekstil ürünlerinin en temel kullanıcısı durumundadır (1998 yılında bu ürünlerin AB içindeki toplam tüketiminin %29'unu tüketmişlerdir), onu mobilya/ev mobilyası (%14) ve inşaat (%11) takip etmektedir.

Son yıllarda, teknik tekstil, AB endüstrisinin önemli bir bileşeni haline gelmiştir (1999 yılında AB'de üretilen tekstil üretiminin %27.6'sı teknik tekstildir) ve önemi katlanarak devam etmektedir. AB içinde teknik tekstilin temel üreticileri Almanya (%17), İngiltere (%16), Fransa (%16), Belçika (%15) ve İtalya (%14)'dır.

Liflerin, ipliklerin ve kumaşların fonksiyonel yönde geliştirilmesi –örneğin antibakteriyel, anti-statik, UV korumalı, termal veya biyolojik olarak parçalanabilen fonksiyonlar- çok önemli rol oynamaktadır. Teknik tekstil, moda niyetiyle yapılmadığı için ürünün başarısı performans gerekleri ve teknik özellikleri ile ölçülmektedir.

Bu alanda Avrupa, dünya pazarlarında oldukça rekabet edebilir durumdadır ve teknik tekstil ticaretinde ticaret fazlası vermektedir. Bu ürünler sadece ABD ve İsviçre gibi gelişmiş ülkelere satılmamaktadır. Kalkınmakta olan ülkeler de bu ürünlere oldukça rağbet etmektedirler. Ürüne çeşitlerine göre AB'nin başlıca pazarları şöyledir [<http://europa.eu.int/comm/enterprise/textile/innovation.htm>,2005]:

- Teknik lifler ve iplikler: ABD (% 18.2), İsviçre (% 6.7), Türkiye (% 6.4), Polonya (% 6), Çin (% 4), ve Hong Kong (% 3.7);
- Teknik Kumaşlar: Polonya (% 10.2), ABD (% 9.2); Türkiye (% 5.4), Çek Cumhuriyeti (% 5.7) ve İsviçre (% 5.2);
- Teknik ürünler: ABD (% 18.2), İsviçre (% 11.6), Japonya (% 8.9) ve Norveç (% 4.7).

1.3. Tekstil Sektörünün Teknolojik Öncelikleri

Vizyon 2023 Tekstil Paneli, tekstil sektörümüzün **orta vadede** özgün tasarım, kalite, verimlilik, pazarlama ve dağıtım yeteneklerinin geliştirilmesine, üst sınıf modaya yönelik ürünlerin ve teknik tekstillerin üretimine; **uzun vadede** ise akıllı ve çok işlevli tekstil ürünlerinin araştırılmasına, geliştirilmesine ve üretimine önem vermesi gerektiğini öngörmektedir. 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, 2004].

Panelin, dünyadaki gelişmeleri ve özellikle gelecek yirmi yıla hakim olacak teknolojik eğilimleri göz önüne alarak, Türk Tekstil Sektörünün önümüzdeki 20 yıl içinde arzulanan hedeflere erişmesini sağlamak üzere belirlediği **öncelikli teknolojik faaliyet konuları** şunlardır [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004]:

- Tekstil terbiyesinde enerji tasarrufu sağlayan / çevre-dostu teknolojilerin kullanılması,

- Tekstilde her türlü veri ve bilgi akışının elektronik ortamda gerçekleştirilmesi,
- Bilgisayar destekli örme tasarım ve üretimi,
- Konfeksiyonda tekno-terzilik ve kişiye özel üretim,
- Çok boyutlu / çok işlevli akıllı teknik tekstillerin geliştirilmesi,
- Tekstil üretiminde makine ayarlarının insan müdahalesi olmadan yapılabilmesi.

Tekstil terbiyesinde kullanılan kimyasalların çevrede yarattığı etkiler nedeniyle dünyada, daha az zararlı terbiye yöntemleri (biyolojik terbiye yöntemleri, plazma ve iyon implantasyonu ve Ultrasonik terbiye yöntemleri) geliştirilmektedir. Çevreye zararlı üretim yöntemleri kullanılarak üretilen ürünlere dünya pazarlarında getirilen sınırlamalardan etkilenmemek için, tekstil sektörümüzün bu alternatif terbiye yöntemlerine yönelmesi ve bunlarla ilgili teknolojileri geliştirerek kullanması öncelikli görülmektedir. Ayrıca, üretim tesislerindeki atık suların arıtımı ve terbiye maddelerinin geri kazanılması, enerji tasarrufu sağlayan yöntemlerin (ısı pompalı kojenerasyon vb.) kullanılması, çevreyi korumanın yanı sıra üretim maliyetlerini de düşüreceğinden, ülkemiz tekstil sektörünün önemle üzerinde durması gereken teknolojik faaliyet konularıdır.

Önümüzdeki yıllarda, tekstil üretiminde kullanılan makinelerde “robot uygulamaları” önemli bir yer edinecektir. Bu teknolojik değişim sonucunda, dokuma makinelerinde kullanılan ipliğin dokumaya uygunluğu makine üzerindeki sensörlerle kontrol edilecek ve bununla ilgili ayar değişimleri, makine tarafından otomatik olarak (insan müdahalesi olmaksızın) yapılacak; makinelerin bilgisayarlarla uzaktan kontrol ve bakımı mümkün olacaktır. Çoklu atkı atma sisteminin yaygınlaşması ile ve dokunan kumaşın kalite kontrolünün optik sensörler yardımıyla tezgah üzerinde yapılması sonucunda, üretim hızları artacaktır. Daha ileri aşamada, görüntü alma / işleme teknolojilerinde ve robotik alanındaki gelişmelerle, tezgahta kalite kontrolüne ilave olarak, tespit edilen hataları düzeltecek şekilde dokuma makinesinin yeniden ayarlanması, makine ile etkileşimli çalışan bilgisayarın yönetimiyle otomatik olarak gerçekleşecektir. Çözgü ve tahar süreçlerinin ortadan kalkması ya da dokumaya entegre edilmesi söz konusu olacaktır. Ayrıca, yeni çıkan malzemeleri dokuyabilen

tezgahlar geliştirilecek, dokuma makinelerinde karbon türevleri gibi farklı yeni malzemelerin kullanımı yaygınlaşacak ve sahip oldukları manyetik ve optik sensörler yardımıyla kullanıcıyı tanıyabilen tezgahlar kullanıma girecektir.

Aynı süreç örme makineleri için de geçerlidir. Örme tasarım ve üretimi bilgisayar destekli bir yapıya dönüşmektedir. Örme makinelerinde desen, tip ve model değiştirmenin tamamen otomatik hale gelecek; makinelerin yüksek hızda ve en az hatayla çalışması mümkün olacak; her türlü modelin sorunsuz uygulanabilmesi ile tasarımdaki sınırlamalar kalkacak; ayrıca “dikişsiz ürün” teknolojisi yaygınlaşacaktır.

Önümüzdeki 20 yıllık dönemde, sipariştten başlayarak tasarım, üretim, pazarlama ve müşteriye teslim kadarki tekstil üretim sürecinin, tüm aşamaların elektronik ortamda gerçekleştirildiği “bilgisayarla tümleşik üretim” sürecine dönüşmesi hedeflenmektedir. Her türlü bilgi alışverişi ve ürünlerin ticareti “on-line” olarak yapılabilecek, ayrıca müşteri verileri bilgisayar hafızalarında saklanarak, daha sonraki “on-line” alışverişlerde kullanılabilir. Bu elektronik ortama geçiş, ürünlerin kullanılması sürecine de yansıtacak; örneğin, ürünler üzerindeki etiketler, yıkama makinesi tarafından algılanabilecek şekilde, ürünün yıkama talimatlarını da kapsayacaktır.

Konfeksiyonda tekno-terzilik giderek önem kazanmakta, insanların kendilerine özel hazırlanmış giysi ve tekstil ürünlerine olan talebi artmaktadır. Müşteri, kendi ölçülerini ekrandan girerek veya bağlı bir kamera düzeneği yardımıyla bilgisayara aktarabilecek, internet üzerinden erişilebilen tasarım programlarını kullanarak kendi beğeni ve isteklerine uygun giysileri tasarlayabilecek, istediği kumaş ve renk seçimlerini yapabilecek, kendi seçimleri doğrultusunda hazırlanmış olan giysiyi sanal ortamda deneyebilecektir. Sipariş, müşteri tarafından onaylandıktan sonra, ilgili firmanın üretim birimine aktarılacak; veriler CAD (bilgisayarlı tasarım) sistemleriyle iki boyutlu kalıplar haline çevrilecek ve CAM (bilgisayar yardımıyla imalat) grubu üretim makineleri kullanılarak üretim gerçekleştirilecektir [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004].

Bugünden örnekleri görülmeye başlayan çok boyutlu ve çok işlevli akıllı tekstillerin üretimi hızla gelişecektir. Çevresel değişimleri algılayarak renk, gözenek

ve kalınlık özelliklerini bunlara göre değiştirebilen, mikropları öldüren, cildi besleyip masaj yapabilen, bazı ilaçların deriden vücuda verilmesini sağlayan akıllı tekstillerin üretiminde önemli gelişmeler yaşanması beklenmektedir. Türkiye'nin de bilgi yoğunluğu ve katma değeri yüksek olan akıllı tekstiller alanında teknolojik yetenek geliştirmesi, tekstil sektörümüzün rekabetçiliği açısından önem taşımaktadır. Bu tür akıllı ve çok fonksiyonlu tekstillerin üretiminde “nonwoven” üretim teknolojileri de daha fazla kullanılmaya başlayacak; fiziksel ve kullanım özellikleri bakımından ve tuşe ve görünüm açısından dokuma ve örme kumaşlara eşdeğer olan “nonwoven” kumaşların üretimi mümkün olacaktır [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004].

Ayrıca, polimer eriyiklerden doğrudan 8iplik eğrilmesine, dokuma veya örme işlemlerine, ve hatta kesim ve dikim işlemlerine gerek duyulmadan) kumaş ve hatta konfeksiyon üretiminin gerçekleşmesi de geleceğin teknolojik gelişme hedefleri arasındadır.

Yukarıda sıralanan ve ülkemiz için önemi vurgulanan öncelikli teknolojik faaliyet konularının hayata geçirilmesi, ilgili ürün ve hizmetlerin sunulabilmesi için yetkinlik kazanılması gereken başlıca teknoloji alanları da Panel tarafından saptanmıştır. Bunlardan özellikle bilgisayarlı üretim (CAD, CAM) ve robotik teknolojilerinde yetenek kazanmamız, ülkemiz tekstil sektörünün geleceğin pazarlarında rekabet edebilirliği açısından büyük önem taşımaktadır [www.vizyon2023.tubitak.gov.tr, 2004].

1.4. Akıllı Tekstiller Pazarı

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 [www.igeme.gov.tr, 2005].

1.4.1. Dünya Pazarı

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.

Venture Development Corporation (VDC) tarafından yayınlanan bir rapora göre akıllı tekstil sektörünün dünya pazarının 2003 yılında 300 milyon Dolar olduğu tahmin edilmektedir. Rapor VDC'nin sektörde faaliyet gösteren firmalarla yaptıkları görüşmelere ve kendi tecrübelerine dayanılarak hazırlanmıştır. Sektörün önümüzdeki beş yılda % 11-28 arasında büyüyeceği tahmin edilmektedir. Büyüme oranlarının pazar bölümlerine göre büyük oranda değişiklik göstermesi beklenmektedir. En fazla büyümenin askeriye ve sağlık sektörlerinde olacağı tahmin edilmektedir.

Pazarın 2005 yılına kadar yavaş büyüyeceği, bu yıldan itibaren büyümenin hızlanacağı öngörülmektedir. 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 biomonitörleme gibi çeşitli fonksiyonel performans kabiliyetlerine sahip giyilebilir bilgisayarlara karşı güçlü bir talep olduğu ortaya çıkmıştır [www.igeme.gov.tr, 2005].

1.4.2. Türkiye Pazarı

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. (Laminatex), Abbate, Orka Group, İstanbul Çorap, Yeğin Grup, Has Tekstil, Dema Teknik Tekstil, Fiberflon, Hepatr End. Paz., Altınbaşak Tekstil, Hakkoymaz Tekstil'dir.

İstanbul Çorap tarafından üretilen Parizien Clinique serisinde, ayakta bakteri oluşumunu ve kokuyu önleyen anti-bakteriyel, selülit oluşumunu önleyen anti-selülit ve bacağı ekstra nem sağlayan nemlendirici çoraplar üretilmektedir. A Vitamini, kafein ve mentol içeren Parizien Clinique anti-selülit çorapları bu aktif maddeleri vücuda 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 [www.igeme.gov.tr, 2005].

Hakkoymaz Tekstil (Kayseri) de antibakteriyel çoraplar, özel hava kanallı tabanı, nemi dışarı atarak ayağın nefes almasını ve kuru kalmasını sağlayan Ayakta bakteri ve koku oluşmasını önleyen, deodoranlı özelliği sayesinde güzel bir koku ve ferahlık sağlayan, E vitamini içeren nemlendirici özellikte, antiselülit çoraplar üretmektedir. Özellikle çalışan bayanlarca tercih edilen dinlendirici çorapların da, ayaktaki kan dolaşımını düzenleyerek vücudu rahatlatığı iddia edilmektedir. Çorap fiyatları 2.5-10 milyon TL arasında değişmektedir [www.ntvmsnbc.com, a, 2003].

Has Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti. (İstanbul) üç yıl süren araştırma sonucunda 2004 yılında Clothas markası ile Türkiye’de ilk kez su ve leke tutmayan pantolon üretmiştir. Bu pantolonlar 39, 49 ve 59 milyon TL’den satışa sunulmuştur. Firma, yıkandığı zaman güzel koku veren, serin tutan, stres alan ve kolay ütülenen kumaşlar geliştirme çalışmalarını sürdürmektedir [www.ntvmsnbc.com, b, 2004].

Yeşim Tekstil (Bursa), uygulandığı ürünlerde leke ve su tutmama, çabuk kuruma ve kolay ütüleme özellikleriyle büyük miktarda enerji ve zaman tasarrufu sağlayan Nano teknolojisini, Türkiye’de ilk kez örme ürünlerin üretiminde kullanmaya başlamıştır [www.radikal.com, 2004].

Orka Group (İstanbul), uluslararası erkek hazır giyim markaları Damat, Tween ve ADV koleksiyonlarında ‘nano teknolojisi’yle üretilen ‘akıllı kumaşlar’ kullanmaya başlamıştır. Orka Group’un satışa sunduğu kış koleksiyonda yer alan akıllı kumaşlarla hazırlanan kıyafetler, su ve leke tutmamakta, vücuttaki nem dengesini sağlayarak terlemeyi azaltmakta ve kokuyu emmektedir. Bu kumaşların, çabuk kuruma ve ütülenme özellikleri de bulunmaktadır [www.hurriyetim.com.tr, 2004]. Abbate (İstanbul) de, leke itici özelliği olan, kolay ütülenebilir, "akıllı" gömlek ve pantolon rahatlığını NANO-CARE teknolojili kumaşlarla tüketicinin hizmetine sunmuştur [www.sabah.com, 2004]

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 [www.igeme.gov.tr, 2005].

Bu çalışma kapsamında, yukarıda belirtildiği gibi, ülkemizde de yeni yeni önem kazanan antibakteriyel özellikteki kumaşların üretimiyle ilgili araştırmalar yapılmıştır.

Çalışmada, ilk olarak akıllı tekstillerle ilgili daha önce yapılan çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra akıllı tekstillerin dünyadaki durumunun gözler önüne serilebilmesi için daha ayrıntılı bir araştırma yapılmış, sadece antibakteriyel özellikteki tekstillerin değil diğer fonksiyonel özellikleri olan akıllı tekstillerin de performans özellikleri incelenmiştir. Dünyada katma değeri yüksek olan hangi tekstil ürünlerinin üretildiğinin bilinmesi, ülkemizde tekstil sektörünün hangi konulara ağırlık vermesi gerektiğine yön vermesi açısından büyük önem taşımaktadır. Ülkemizde bu konularla ilgili çok az çalışmaya rastlanmıştır. Ayrıca antibakteriyel aprenin kumaş özelliklerine etkisi konusunda da ülkemizde yapılan bir çalışmaya rastlanamamıştır.

Bu amaçla, üretilen akıllı tekstillerin elde edilme yöntemlerine göre özellikleri anlatılmıştır: Nanoteknoloji kullanılarak elde edilen akıllı tekstiller, elyafın özelliği ile oluşan akıllı tekstiller, bitim işlemleri ile elde edilen akıllı tekstiller, elektronik aksamaların eklenmesiyle elde edilen akıllı tekstiller.

Çalışmanın uygulama kısmında pamuklu, polyester/viskon ve polyester/viskon/elastan karışımı kumaşlara antibakteriyel apre denemeleri yapılmış, yapılan işlemin kumaşların performans özelliklerine etkisinin araştırıldığı test sonuçları ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

Çalışma sonunda, 3 farklı kumaş tipinde, antibakteriyel özellik kazandırmada kullanılan hangi apre maddesi, apre yöntemi ve apre derişiminin kumaşın hangi özelliğine ne şekilde etki gösterdiği belirlenmeye çalışılmış, belirli bir özellikteki kumaş üretimi için hangi proses parametrelerinin ve apre maddesinin daha uygun olabileceği araştırılmıştır. Bunun yapılabilmesi için de istatistiksel analiz yöntemlerinden varyans analizinden yararlanılmıştır.

İstatistiksel analize uygun olan verileri içeren testlerde proses parametrelerinin ve birbirleriyle etkileşimlerinin kumaş özellikleri üzerindeki etkilerinin anlamlılığı araştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Antibakteriyel esaslı fonksiyonel tekstiller ile ilgili daha önce yapılan çalışmalar aşağıda özetlenmektedir:

Chung, Y., Kwang, K., ve Kim, J., (1998), sitrik asit (CA) ve kitosanı pamuk için dayanıklı pres ve antimikrobiyal bitim işlemlerinde kullanmıştır. Burada uygulama konvansiyonel pad-dry-fikse prosesi ile gerçekleştirilmiştir. CA'nın selüloz ve kitosanın hidroksil grupları ile ya da kitosanın amino grupları ile ester çapraz bağları oluşturmak ya da iç iyonik etkileşim oluşturmak için reaksiyona girmesi beklenmektedir. Dayanıklı (3,5-4 değerinde) pres görünümü CA ve kitosan muamelesi ile elde edilebilmektedir. Pamuklu kumaşlar yalnızca sitrik asit ile muamele edildiğinde antimikrobiyal özellik göstermiştir. Bu ve dayanıklı pres performansı 20 yıkama ve santrifüjlü kurutmaya kadar dayanıklılık göstermiştir. Dayanımını yitirmemesi yalnızca CA ile muameleye göre CA ve kitosan ile muamelede daha iyi düzeydedir.

Lee, S., Cho, J., Cho, G., (1999), pamuklu ve nonwoven kumaşlar için kitosan ve floropolimer esaslı antimikrobiyal ve kan itici bitim işlemlerini araştırmışlardır. Numuneler kitosan ve floropolimer maddeleriyle sırasıyla pad-dry-fikse ve pad-fikse metotları kullanılarak muamele edilmişlerdir. Antimikrobiyal aktivite, *Staphylococcus aureus* kolonilerinin sayıları ölçülerek kantitatif olarak analiz edilmiştir. Sadece kitosan ile işlem görmüş numunelerde, koloni sayısında yüksek bir azalma oranı görülmüştür. % 1,1 kitosan konsantrasyonu ile iki kez işlem görmüş numunelerde, koloni sayısında %'de 90'ı aşan azalmalar gözlenmiştir. Çift apre işlemi görmüş pamuklu kumaşlar tekrar eden yıkamalara karşı dayanıklı bir antimikrobiyal özellik göstermiştir. Mekanik özelliklerde ise, sadece kitosan ile işlem görmüş pamuklu ve nonwoven kumaşlarda kopma rijitliği artmıştır. Fakat bu özellikler floropolimer işleminden sonra düşmüştür. Kumaşların hava geçirgenliği çift apre işleminden sonra biraz azalmıştır.

Seong, H., Kim, J., ve Ko, S., (1999), pamuk için antimikrobiyal madde olarak chito-oligosaccharides'in kullanımını araştırmışlardır. İyi bir antibakteriyel aktivite ve yıkamaya karşı dayanımı olan bir pamuklu kumaş elde etmek için

herhangi bir çapraz bağlama kimyasalına ihtiyaç duymadan chito-oligosaccharides ile işlem yapmışlardır. Tamamen desatile olmuş kitosan, sodyum nitrit kullanılarak chito-oligosaccharide'e depolimerize edilmiştir. Chito-oligosaccharide'in ortalama Polimerizasyon derecesi (DP), chito-oligosaccharide'nin uç aldehit grubunun kolorimetrik titrasyonu ile tayin edilmiştir. Bir pad-dry-fikse prosesinde uç aldehit grubunun kimyasal tepkimesi kullanılarak iki farklı chito-oligosaccharides (DP=3 ve 10) pamuklu kumaşa uygulanmıştır. Daha sonra işlem görmüş pamuğun antimikrobiyal aktivitesi ve yıkamaya karşı dayanımı tespit edilmiştir. 50. yıkamada % 2,4 chito-oligosaccharide ile işlem görmüş kumaşa DP 3 için % 95, DP 10 için % 100 bakteri azalması gözlenmiştir.

Nakashima, T., Sakagami, Y., Ito, H., Matsuo, M., (2001), selülozik kumaşlarda metalik tuz işleminin 3 çeşit bakteriye karşı antibakteriyel aktivitesi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu üç bakteri; gram-pozitif bakteri olan *Staphylococcus aureus* (S. aureus), gram-negatif bakteri olan *Klebsiella pneumoniae* (K. pneumoniae) ve *Staphylococcus aureus* (MRSA)'dır. İki çeşit selülozik kumaş CuSO_4 ve ZnSO_4 metalik tuzları ile muamele edilmişlerdir. Kumaşlar önce metalik tuzların adsorbe edilmesini (yüzeyde tutunmasını) kolaylaştırmak için hafif asit anhidrit ile ön terbiye işleminden geçirilmiştir. Bu ön işlem, adsorbe edilen metal iyonlarının miktarını artırmada çok verimli olmaktadır ve bu Cu iyonunda Zn iyonundan daha etkili olmaktadır. Cu tuzu ile S. Aureus bakterilerinden birisine karşı muamele edilmiş numunelerin antibakteriyel aktivite derecesi, adsorblanan Cu iyonu miktarı arttıkça artmıştır. Benzer bir eğilim Zn tuzu ile işlem görmüş numunelerde de gözlemlenmiştir, fakat korelasyon, Cu iyonunda olduğu gibi açık değildir. K. Pneumoniae için de antibakteriyel aktivite değerlendirilmiştir. Cu tuzu ile işlem görmüş numunelerin MRSA'ya karşı antibakteriyel aktivitesinin derecesi, adsorblanan Cu iyonu miktarından hemen hemen bağımsızdır ve Zn tuzu ile muamele edilmiş numuneler ile benzer bir eğilim göstermiştir. 10 yıkamadan sonra, işlem etkisi hala korunmaktadır. Sonuç olarak bu işlemler selülozik kumaşlara antibakteriyel aktivite sağlamada çok etkili olmuştur.

Kim, Y., H. ve Sun, G., (2001), naylon kumaşların asit boyarmaddeleri ve bir quarterner amonyum tuzu ile dayanıklı antimikrobiyal bitim işlemleri üzerine

çalışmışlardır. Burada antimikrobiyal fonksiyonların dayanıklılığı boyarmaddelerin bir quarterner amonyum tuzu ile iyonik etkileşimi ile ve kumaşlardaki eklenmiş tuz miktarı ile tayin edilmiştir. Kumaşlar üzerindeki eklenmiş quarterner amonyum tuz miktarı, terbiye banyosunun konsantrasyonu değiştirilerek kontrol edilmiştir. Fikse süresi ve sıcaklığı mamul kumaşın dayanıklı antimikrobiyal fonksiyonlarını etkilemektedir. Naylon kumaş % 4 quarterner amonyum tuz içeren solüsyon ile muamele edilip, 150 °C’de 10 dk fikse edildiğinde, 10 yıkamadan sonra bile dayanıklı antimikrobiyal özelliklerini korumuştur. Mamul kumaşın antimikrobiyal özellikleri konvansiyonel yıkama da dayanıklı çıkmıştır. Bunların dışında, muamele görmüş kumaşlar, 10 yıkamadan sonra iyi renk haslığına sahip olmuştur.

Tsukada, M., Katoh, H., Wilson, D., Shin, B., Arai, T., Murakami, R., ve Freddi, G., (2002), metal içerikli boyarmaddeler kullanılarak antimikrobiyal olarak aktif ipek proteinlerin üretimi üzerine çalışmışlardır. Çalışmada, ipek lifleri Cr ve Cu içeren metalik boyarmaddeler ile antimikrobiyal aktiviteye sahip ipek lifleri elde etmek amacıyla boyanmıştır. Boyanmış ipek lifleri bitkisel patojen *Cornea* bakterisine ve insani patojen *coli basiline* karşı önemli derecede antimikrobiyal aktivite göstermiştir. İpek liflerinin tuz çekme ve boyama işleminden sonra kopma mukavemetinde önemli bir değişiklik gözlenmezken kopma uzamasında hafif bir artma gözlenmiştir.

Sun, Y., ve Sun, G., (2002), sürekli proseslerde hazırlanan dayanıklı ve yenilenebilir antimikrobiyal tekstil materyalleri üzerine çalışmışlardır. Çalışmada, bir cyclic-amine monomer ve 3-allyl-5,5-dimethylhydantoin (ADMH), çeşitli tekstil materyallerinin üzerine sürekli bir terbiye prosesinde nakledilmiştir. Farklı reaksiyon başlatıcılar eşliğinde içeride ya da lif yüzeyinde etkili radikal polimerizasyonlar gerçekleşmiştir. Terbiye prosesinde radikal reaksiyon başlatıcıların cinsi ve konsantrasyonu, kurutma ve fikse şartları gibi bazı faktörler, kumaşlar üzerine ADMH’nin son naklini etkilemede oldukça önemli rol oynamaktadır. Klorin muamelesinden sonra numunelere alınan hydantoin yapıları N-halamines’e dönüşebilmektedir. Böylece güçlü, dayanıklı ve yenilenebilir antibakteriyel aktivite sağlanmış olmaktadır.

Qian, L., Sun, G., (2003), dayanıklı ve yenilenebilir antimikrobiyal tekstiller üzerinde çalışmışlardır. Çalışmada, 3-metilol-2,2,5,5-tetrametilimidazolidin-4-one (MTMIO) bileşiğinin selülozla kimyasal olarak reaksiyonu sonucu 2,2,5,5-tetramethylimidazolidin-4-one'un methylationu halkaları (TMIO) selüloz içerikli kumaşlara başarılı bir şekilde aktarılmıştır. Klorlamadan sonra işlem görmüş kumaşlar helamin yapılarına dönüştürülmüş ve verimli bir antibakteriyel etki sağlanmıştır. Bu helamin yapı tekrar eden ev yıkamalarında varlığını sürdürebilmekte ve biyosidal özelliklerini sürdürebilmek için daha az sıklıkta klor reşarjı gerektirmektedir.

Zhang, Z., Chen, L., Ji, J., Huang, Y. ve Chen, D., (2003), kitosan ile işlem görmüş pamuklu kumaşların antibakteriyel özelliklerini araştırmışlardır. Burada kitosanın konsantrasyonu, molekül ağırlığı ve desatilasyon derecesinin *Escherichia coli* ve *Hay basiline* olan antibakteriyel aktivitesine olan etkisi araştırılmıştır. Bakteri azalması Modifiye Quinn Metodu kullanılarak tespit edilmiştir. *Escherichia coli* 0,3 g/lit kitosan solüsyonu ile, *Hay basili* ise 0,5 g/lit kitosan solüsyonu ile verimli bir şekilde engellenebilmiştir. Kitosanın kumaşa kimyasal olarak bağlanabilmesi için çapraz bağlama maddesi olarak glutarik dialdehit tercih edilmiştir. Glutarik dialdehit ve kitosan ile muamele edilmiş pamuklu kumaşlar bakteri üremesini engellemede iyi bir kabiliyete sahip olmuştur.

Lee, H., J., Yeo, S., Y. ve Jeong, S., H., (2003), nano boyutlu gümüş koloidal çözeltisinin tekstil kumaşları üzerindeki antibakteriyel etkisini araştırmışlardır. Çalışmada gram pozitif ve gram negatif (*S. Aureus* ve *K. pneumoniae*) olmak üzere iki çeşit bakteri kullanılarak gümüş koloidal çözeltisinin selülozik ve sentetik kumaşlar üzerindeki antibakteriyel etkinliği araştırılmıştır. Kumaşların yıkamaya dayanıklı bir antibakteriyel işlemi nano büyüklükteki gümüş koloidal çözelti ile emdirme yöntemine göre kolaylıkla başarılabilmektedir.

El-Naggar, A., M., Zohdy, M., H., Hassan, M., S., Khalil, E., M., (2003), pamuk ve pamuk/poliester karışım kumaşların ışınlama ve ısıtma işlemleri ile antimikrobiyal korunması konusunda çalışma yapmışlardır. Çalışmada kumaşlar ZnO'ya dayanan bir bileşikle yüksek enerjili radyasyon altında ve termal fiksasyon uygulanarak muamele edilmişlerdir. Uygulanan bileşiğin homojenliğini ve

reaktivitesini sağlayabilmek için ZnO'nun yanında bir binder (Impron MTP) ve bir dispergatör (Setamol WS) kullanılmıştır. Kumaşların antimikrobiyal özellikleri mekanik özellikler açısından tayin edilmiştir. Bununla birlikte, antimikrobiyal aprenin boyama özelliklerine etkisi renk dayanımı açısından araştırılmıştır. Pamuklu kumaşa uygulanan en iyi antimikrobiyal koruma sağlayan bileşim % 2 ZnO, % 2 binder ve % 1 dispergatör içeren bileşim olarak bulunmuştur. Pamuk/poliester kumaşlarda en iyi sonuç ise , % 1 ZnO hariç, aynı değerlerde başarılabilmiştir. Elektron ışını ile ışınlama işlemi gamma ışınlama ve ısı fiksasyonu işlemine göre daha iyi sonuç vermiştir. Apre işlemi boyamadan önce bir reaktif boyarmadde ile gerçekleştirildiğinde, boyamadan sonra gerçekleşene göre renk dayanımını daha çok etkilemektedir.

Shao, H., Jiang, L., Meng, W., Qing, F., (2003), perfluoralkyl içerikli quarterner amonyum tuzunun sentezi ve antimikrobiyal aktivitesi konusunda çalışma yapmışlardır. Bu sentezlenen yeni bileşimin antimikrobiyal aktivitesi, gram-negatif tür olan *Escherichia coli* 8099 ve gram-pozitif tür olan *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 kullanılarak ölçülmüştür. Her ikisi için de quarterner amonyum tuzu 5'in minimum engelleyici konsantrasyonu 7,8 µg/ml'dir.

Lim, S., Hudson, S., M., (2004), fiber-reaktif kitosan türevinin pamuklu kumaşlara antimikrobiyal tekstil apre maddesi olarak uygulanması konusunda çalışma yapmışlardır. Çalışmada, bir fiber-reaktif kitosan türevi olan O-akrilamidometil-N-[(2-hidroksi-3-trimetilamonyum) propil] kitosan klorid (NMA-HTCC) pamuklu kumaşlara soğuk pad-batch yöntemi ile alkalik bir katalistin varlığında uygulanmıştır. NMA-HTCC ile işlem görmüş kumaşın antimikrobiyal aktivitesi kantitatif olarak *Staphylococcus aureus*'e karşı tayin edilmiştir. Kumaş ağırlığı üzerinden % 1'lik konsantrasyonda NMA-HTCC ile muamele edilmiş pamuklu kumaşlar % 100 bakteri azalması göstermiştir. Ardışık olarak yapılan 50 ev tipi yıkama işleminin ardından bile % 99'un üzerinde aktivitesini sürdürmüştür.

Borsa, J., Lazar, K., Kiss, K., Zala, J., (2004), çalışmalarında, hastanede kullanılan pamuklu kumaşların gördükleri yıkamaya dayanıklı antimikrobiyal bitim işlemlerini incelenmiş, AATCC standard test metotları kullanarak, modifiye kumaşın *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakterilerine karşı etkili olduğu

kanıtlanmıştır. Bu modifiye kumaşlar, düşük oranda yapılan karboksimetilasyon ile pamuk lifi üzerinde yeni özellikler ve fonksiyonlar geliştirilerek oluşturulmaktadır. Modifiye edilmiş pamuklu kumaşlar, suda çok yüksek oranda şişmektedir ve çok yüksek sorpsiyon kapasitesine sahiptir. Bu kumaşın özelliği, hidrojel kaplı kumaşın özelliklerine benzemektedir.

Alay, M., K., Öktem, T., (2004), bazı antibakteriyel işlemlerin yıkamaya karşı dayanımı konusunda çalışmalar yapmışlardır. Pamuk, pamuk/poliester ve modal kumaşlara ev tipi çamaşır yıkamalarında kullanılan bir ürün ile klasik antimikrobiyal bir ürün ve migrasyona uğramayan bir antimikrobiyal ürün kullanılmış, bu üç değişik antimikrobiyal bileşiğin *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus* bakteri tiplerine karşı yıkama dayanımları incelenmiştir. Konvansiyonel (bağ yapamayan) difenil alkan türevi antimikrobiyal bileşik ile bağ yapabilen alkoksisilan quarterner yapıdaki antimikrobiyal bileşik arasında, antimikrobiyal etki açısından 40 yıkamaya kadar bir fark gözlenmemiştir. Etandiol, dodesildimetil amonyum klorür, bifenil-2-ol, 2 metil pentan-2 karışımı antimikrobiyal bileşik ile işlem görmüş kumaşlarda 10. yıkamadan sonra antibakteriyel aktivasyon azalması ve 15. ve 20. yıkamalardan sonra da antibakteriyel etkinin kaybolduğu tespit edilmiştir. 3 tip antimikrobiyal madde ile işlem görmüş kumaşların antibakteriyel aktiviteleri üzerine asidik-bazik ter çözeltilerinin ve asidik-bazik tükürük çözeltilerinin hiçbir olumsuz etkisi gözlenmemiştir.

Han, S. ve Yang, Y., (2005), curcumin ile işlem görmüş yün kumaşların antimikrobiyal aktivitesi üzerine çalışmışlardır. Curcumin kumaş ve gıda renklendirmesinde yaygın kullanılan doğal bir boyarmadde iken bu çalışmada bakterisidal özelliklerinden dolayı boyanmış kumaşlara antimikrobiyal apre olarak kullanılmaktadır. Bakteri engelleme hızı ve curcumin konsantrasyonu arasındaki ilişki ile engelleme hızı ve K/S değeri geliştirilmiştir. Curcumin ile işlem görmüş yün kumaşın antimikrobiyal aktivitesi bu geliştirilmiş ilişkiler yardımıyla antimikrobiyal testi yapılmadan tahmin edilebilmektedir.

Singh, R., Jain, A., Panwar, S., Gupta, D. ve Khare, S., K., (2005), bazı doğal boyarmaddelerin antimikrobiyal özellikleri hakkında çalışma yapmışlardır. 4

farklı doğal boyarmadde 5 farklı yaygın patojene karşı test edilmiştir. *Quercus infectoria* boyarmaddesinin en etkili boyarmadde olduğu ve en büyük engelleme alanı oluşturduğu ve böylece tüm test edilen mikroplara karşı en iyi antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Minimum engelleme konsantrasyonunun 5-40 µg arasında değiştiği gözlenmiştir. Tekstil materyalleri bu boyarmaddelerle emdirilmiştir, ancak, antimikrobiyal aktivite düşük çıkmıştır. Bu da bu boyarmaddelerin tekstil materyali tarafından emilme oranının düşük olmasından ileri gelmektedir.

Ma, M., ve Sun, G., (2005), akrilik liflerinin boyanmasında kullanılan antimikrobiyal katyonik boyarmaddeler üzerinde çalışma yapmışlardır. Çalışmada, boyama süresi, boyama konsantrasyonu ve boyama sıcaklığının etkileri araştırılmış, akrilik üzerinde tutunamayan boya molekülleri analiz edilmiştir. Bu fonksiyonel boyarmaddelerin akrilik liflerine renklendirmeyle eşzamanlı olarak fonksiyonel apre etkisinin bir arada başarılabilirdiği görülmüştür. İşlem görmüş bütün kumaşların *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı antimikrobiyal etkisi bulunmuştur.

El-tahlawy, K., El-bendary, M., Elhendawy, A., Hudson, S., (2005), farklı çapraz bağlı maddeler ve kitosanla işlem görmüş pamuklu kumaşların antimikrobiyal aktiviteleri konusunda çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada pamuklu kumaşlar kitosan varlığında iki farklı çapraz bağlama maddesi [butanet etracarboksilik asit (BTCA) ve Arkofiks NEC (düşük formaldehit içerikli)] ile muamele edilerek kitosanın selülozik bir yapıya kimyasal olarak bağlanmasıyla dayanıklı bir antimikrobiyal apre elde edilmeye çalışılmıştır. İşlem şartları kadar kitosan varlığında terbiye maddesinin hem tipi hem de konsantrasyonu önemli derecede işlem görmüş pamuklu kumaşın performans özelliklerini ve antimikrobiyal aktivitesini etkilemektedir. İşlem görmüş pamuklu kumaşlar gram pozitif ve gram negatif ve mantarlara karşı broad-spectrum antimikrobiyal aktivite göstermiştir. Pamuklu kumaşların kitosan varlığında BTCA ile muamelesi, Arkofiks NEC ile muameleye göre kumaşa daha fazla mukavemet kazandırmıştır. Maksimum antimikrobiyal aktivite, pamuklu kumaşların % 0,5-0,75'lik molekül ağırlığı 1,5-5 kDa olan kitosan ile muamele edilip 160 °C'de 2-3 dakika fikse edilmesiyle elde edilmiştir. Terbiye maddeleri ve kitosan ile işlem

görmüş pamuklu kumaşlar farklı metal iyonlarının uygulanması antimikrobiyal aktivite üzerinde ihmal edilebilir bir etki göstermiştir.

Antibakteriyel özellikteki akıllı tekstillerin dışında diğer fonksiyonel tekstillerle ilgili yapılan çalışmalar da aşağıda özetlenmektedir.

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.

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 ayağa) düzlemsel olarak yerleştirildiğinde tekstil elektrot deri-elektrod-deri-tekstil elektrot sistemini taklit etmektedir.

Genel olarak terbiye işlemlerinin kumaş özelliklerine olan etkilerini araştıran çalışmalar da mevcuttur.

Lickfield, G., C., Yang, C., Q, Drews, M., J., Aspland, J., R., (2000), % 100 pamuklu kumaşta kalıcı ütü apresinin aşınma dayanımına etkisini araştırmışlardır. Kalıcı ütü apresinin buruşma dayanımı ve boyutsal stabiliteyi

arttırırken, kopma dayanımı ve aşınma dayanımını azalttığını gözlemlemişlerdir. Mukavemet kaybının selüloz moleküllerinin asit etkisiyle depolimerizasyonu ve selüloz moleküllerinin çapraz bağlanması nedeniyle olabileceği düşünülmektedir. Bunun önlenmesi için yumuşatma yardımcılarının kullanılması tavsiye edilmektedir.

Mamalis, P., Andreopoulos, A., Spyrellis, N., (2001), kalıcı yanmazlık bitim işleminin pamuklu örme kumaşın mekanik özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Çalışmada kopma, bükülme, yüzey özellikleri, patlama mukavemeti, dökümlülük ve dikilebilirlik gibi özellikler incelenmiştir. Özellikle eğilme ve bükülme özelliklerinde önemli bir düşme kaydedilmiştir.

Yang, C., Q, Zhou, W., Lickfield, G., C., Parachura, K., (2003), kalıcı ütü apre işlemi görmüş bir pamuklu kumaşa selülaz enzim işleminin kumaşın mukavemet, aşınma dayanımı ve tutum özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Bunun için iki prosedür uygulamışlardır. Birincisinde kumaş önce ön-iyileştirme işlemi olarak selülaz işlemi görmüş, sonra polikarboksilik asitle çapraz bağlanmıştır. İkincisinde ise önce polikarboksilik asitle bağlanmış sonra son-iyileştirme işlemi olarak selülaz işlemi görmüştür. Birinci yöntemin kumaş tutumuna daha pozitif bir etkisinin olduğu, bununla birlikte önemli derecede daha yüksek mukavemet kaybına yol açtığı bulunmuştur. İki prosedürün buruşma dayanımına etkisinin ise önemli olmadığı tespit edilmiştir. Birinci yöntemde aşınma dayanımı selülaz konsantrasyonu arttıkça düşmektedir.

Frydrych, I., Matusiak, M., (2003), farklı bitim işlemleri sonucu kumaşın tutum özelliklerinde meydana gelen değişimi incelemişlerdir. Pamuklu ve pamuk/pes karışımlı kumaşlara normal nişasta apresi ve elastiklik kazandıran bitim işlemi uygulanmıştır. Bitim işlemi görmüş ve görmemiş olan kumaşların iplik sıklıkları, krimpieri, gramajları, kalınlıklarını ve tutumlarını karşılaştırmışlardır. Bununla birlikte tutumu etkileyen bazı parametreler belirlenmiştir. Bütün numuneler için en yüksek genel tutum faktörü elastomerik bitim işlemi görmüş kumaşlarda, en düşük ise ham kumaşa gözlenmiştir.

Yurdakul, A., Öktem, T., Kumbasar, P., Atav, R., Korkmaz, A., Arabacı, A., (2003), boyama işleminden sonra kullanılan tekstil kimyasallarının ve diğer terbiye işlemlerinin kumaşın haslık özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır.

Piyasada yaygın olarak kullanılan değişik yapıdaki yumuşatıcı ve fiksatörler kumaşlara aplike edilmiş ve haslık değerleri karşılaştırılmıştır. Yapılan çalışma sonunda yumuşatıcıların yaş sürtme ve yıkama haslıklarını etkilemediği, yumuşatıcıya bağlı olarak kuru sürtme ve özellikle boyarmaddeye bağlı olarak da ışık haslıklarını düşürdüğü gözlenmiştir. Normal fiksatörlerin ise kuru ve yaş sürtme haslıklarını etkilemediği, ancak boyarmadde cinsine bağlı olarak yıkama haslığını artırırken, ışık haslığını ise düşürme eğiliminde olduğu görülmüştür. Ayrıca bazı özel fiksatörler yıkama haslığı yanında yaş sürtme haslığını da bir miktar arttırabilmektedir.

Ravandi, S., A., H., Badrossamay, M., R., Morshed, M., (2004), terbiye işlemlerinin Bezayağı dokuma kumaş içerisindeki iç kuvvetlerin dağılımına etkisini incelemişlerdir. İç sürtünme kuvvetleri kumaştaki atkı ve çözgü ipliklerinin birleşme noktalarındaki iplik etkileşimi ile oluşmaktadır. Enzimatik hidroliz yüzeydeki liflerin ve pillinglerin büyük bir kısmını yok ettiği ve bio-parlatma prosesi esnasında oluşan mekanik hareket de dışarı çıkan lifleri temel olarak yok ettiği gözlenmiştir. Bu da göstermiştir ki, özellikle bio-parlatma gibi terbiye işlemleri iplik etkileşimlerinin atkı ve çözgü birleşme noktalarında lokalize olmasına neden olmaktadır. Ayrıca, statik ve dinamik ayrılma kuvvetleri arasındaki korelasyon, kumaş içerisindeki iplik etkileşiminin yoğunluk oluşturma mekanizması ve kumaş mekanik özellikleri (kopma ve bükülme histerizi) bio-parlatma prosesiyle iyileşmektedir.

Gurarda, A, Meriç, B., (2005), pamuk/elastan dokuma kumaşların dikimine etki eden bazı parametreleri incelemişlerdir. Kumaşların bir kısmına silikon apre uygulamış, diğer kısmına ise sadece yıkama uygulamışlardır. Bu kumaşlar, dikiş performansının tayin edilmesi için dikiş açılması ve dikiş mukavemeti testine tabi tutulmuşlardır. Sonuçta, kumaşın çözgü yönünde aprenin önemli bir etkisi görülmezken, atkı yönündeki dikiş mukavemetinde pozitif bir etki gözlenmiştir. Genel olarak dikim işleminde silikon kumaş ile iğne arasındaki sürtünmeyi azaltmaktadır.

Manich, A., M., Marti, M., Sauri, R., M., Castellar, M., D., Carvalho, J., (2006), terbiye işlemlerinin dokuma kumaş yapısına ve diğer bazı özelliklerine etkisini araştırmışlardır. Yünlü, polyester/yün, polyester/selüloz karışımı ham

kumaşlara bazı terbiye işlemleri uygulanmıştır. Bunun sonucunda terbiye işlemlerinin, daha dolgun ve kompakt bir kumaş yapısına olanak sağlayarak kumaş yoğunluğunda % 46 ve örtme faktöründe % 9 artış; kumaş kalınlığında % 33 ve hava geçirgenlikte % 20-60 azalma meydana getirdiği görülmüştür.

Kalaycı, Ş. ve İmre, A., (2006), yürüttükleri çalışmada yumuşaklık, buruşmazlık ve su iticilik apre uygulamalarının seçilen kumaş performans özelliklerine olan etkilerini incelemiştir. Apre uygulama değişkenleri olarak apre maddesi cinsi, fikse sıcaklığı, apre derişimi, yıkama ve ütüleme durumunu seçmişlerdir. Performans kriteri olarak eğilme dayanımı, buruşmazlık derecesi, yırtılma mukavemeti, su iticilik ve renk ölçümünü seçmişlerdir. Çalışma sonunda incelenen bu parametrelerin performans üzerindeki etki ve etkileşimlerini görmek amacıyla çok değişkenli varyans analizi uygulamışlardır. Sonuçta incelenen tüm parametrelerin bireysel veya birbirleriyle etkileşerek performansı değiştirdiği belirlenmiştir.

Antibakteriyel esaslı fonksiyonel tekstillerle ilgili yapılan önceki çalışmalarda; çoğunlukla selülozik ve protein doğal liflerle yapılmış olan mamullere (pamuk, ipek), bunun dışında da pamuk/sentetik karışımları, naylon, akrilik liflerinden yapılmış kumaşlara çeşitli kimyasal yapıdaki antimikrobiyal maddeler uygulanmıştır. Genellikle kitosan, sitrik asit, quarterner amonyum tuzu esaslı antimikrobiyal özelliği olan maddeler ile çalışılmıştır. Bu maddelerin tekstil mamulü üzerine uygulama parametrelerinin değiştirilerek mamulün antimikrobiyal aktivitesi belirlenmeye çalışılmıştır. Bunun yanında çoğu çalışmada antimikrobiyal özelliğin yıkamaya karşı direnci de tespit edilmiştir.

Daha önce yapılan birkaç çalışmada ise kumaşa antimikrobiyal özellik kazandırdıktan sonra antimikrobiyal özelliğin dışında kumaşın kopma mukavemeti, kopma uzaması (Tsukada ve Diğerleri, 2002) ve hava geçirgenliği (Lee, Cho ve Cho, 1999) özelliklerindeki değişim incelenmiştir. Yapılan çalışmalarda kopma mukavemetinde önemli bir değişiklik gözlenmezken, kopma uzamasında az da olsa bir artış gözlenmiştir. Hava geçirgenliği ile ilgili yapılan çalışmada ise numuneye iki kez antimikrobiyal apre uygulanmış kumaşın hava geçirgenliğinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Kim ve Sun (2001)'un yaptığı araştırmada ise diğerlerinden farklı olarak naylon elyafına uygulanmış olan antimikrobiyal bitim işleminden sonra yıkamaya karşı direnci incelenmiş ve on yıkamadan sonra kumaşın iyi renk haslığına sahip olduğunu bulmuşlardır.

Genel olarak bitim işlemlerinin kumaşın performans özellikleri üzerindeki etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda; kalıcı ütü apresi, yanmazlık apresi, silikon apre, bio-parlatma apresi, yumuşatma apresi, elastomer apre ve nişasta apre işleminin kumaşın özelliklerine (aşınma dayanımı, kopma dayanımı, tutum, buruşma dayanımı, dikiş mukavemeti, haslık, eğilme, bükülme vs.) olan etkisi araştırılmıştır.

Bu tez çalışmasında ise antimikrobiyal apre işleminin kumaşın performans özellikleri üzerine etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Diğer yaş apre işlemleri gibi antimikrobiyal aprenin de kumaşın özelliklerinde bazı değişiklikler meydana getireceği düşünülmektedir.

Yapılan bu tez çalışmasında antimikrobiyal özelliği olan triklosan ve quarterner amonyum tuzu esaslı maddeler kullanılmıştır. Daha önce yapılan çoğu çalışmada olduğu gibi kullanılan materyallerden biri % 100 pamuklu kumaştır. Tez kapsamında bunun dışında, önceki çalışmalarda üzerinde çok fazla durulmayan PES/VİS ve PES/VİS/EA karışımı kumaşlar da kullanılmıştır.

Daha önce yapılan çoğu araştırmada olduğu gibi benzer olarak bu çalışmada da çeşitli uygulama parametreleri değiştirilerek kumaşlara antimikrobiyal özellik kazandırılmış ve bu özelliğin yıkamaya karşı direnci ölçülmüştür.

Bunların dışında yine çok az çalışmada rastlanan, antimikrobiyal aprenin kumaşın diğer performans özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi konusuna ağırlık verilmiştir.

3. NANOTEKNOLOJİ VE TEKSTİLDEKİ UYGULAMALARI

3.1. Nanoteknolojinin Tanımı

Nanoteknoloji, maddenin atomik-moleküler boyutta mühendisliğinin yapılarak yepyeni özelliklerinin açığa çıkarılması; nanometre ölçeğindeki fiziksel, kimyasal ve biyolojik olayların anlaşılması, kontrolü ve üretimi amacıyla, fonksiyonel materyallerin, cihazların ve sistemlerin geliştirilmesidir. Bir başka ifade ile çeşitli araçların, malzemelerin ve yapıların moleküler düzeyde işlenmesi, oluşturulması ve manipüle edilmesi olarak tanımlanmaktadır [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

Nanoteknoloji birçok branş için geleceğin anahtar teknolojisi olarak düşünülmektedir ve eski bir Yunan kelimesi olan “nanos”dan gelmektedir. Çok küçük yapıların oluşumu, araştırması ve kullanımı ile ilgili bir kavramdır. 1 ve 100 nm (nanometre= 10^{-9} metre) arasındaki ölçülere sahip yapılar nanoteknoloji kapsamında işlenmektedir. Bu da atomların ve moleküllerin ölçüsüdür.

Nano parçacıklar virüslerden yüz defa daha küçüktür, böylece insan gözü tarafından algılanamamaktadır. Aşırı derecede küçük boyutlara sahip bu yapılar için, çevremizdeki nesneler için geçerli olan fiziksel ve kimyasal yasalar geçerli değildir. Sadece bir tek boyutu nanometre mertebesinde olsa da, ultra incelikteki kaplamalar da nanoteknoloji kapsamındadır [Vural, 2004].

Maddenin en küçük ögesi olarak bilinen atomlardan 3-5 tanesini yan yana koyarak bu uzunluk elde edilir. Atomlar bakterilerin 1/10000, bakteriler ise bir sivrisineğin 1/10000 büyüklüğündedir. Bir bakterinin içindeki ribozom 25nm, bir DNA molekülü ise 2nm çapındadır [Kavak, 2005].

Nanoteknoloji, atomlarla oynayan bir teknolojidir. Atom ve molekülleri tek tek manipüle ederek istenilen yapının oluşturulması ilkesine dayanır. Atomları ayrı ayrı işleme tabii tutulur.

Bir malzemenin sahip olduğu özellikler, malzemenin bir ya da daha fazla doğrultudaki büyüklüğü nanometre düzeyinde küçültüldüğünde değişmektedir. Örneğin, normalde kırılğan bir malzeme olan seramik, tanecik büyüklüğü nanometre

değerine indirildiğinde kolaylıkla deforme olup şekillendirilebilmektedir. 1 nm büyüklüğündeki altın tanesi kırmızı renk göstermektedir. Bundan başka, nano büyüklükteki tozlarla takviyelendirilen kompozit malzemeler çok daha yüksek performans değerlerine ulaşmaktadır.

Malzemelerin atomik seviyede üretimi fikri ilk olarak 1959'da, tanınmış fizikçi Richard Feynman tarafından ortaya atılmıştır. Feynman, 29 Aralık 1959'da Amerikan Fizik Derneği'nde yaptığı bir konuşmada, günümüze dek yazılmış bütün sözcüklerin 0,1 nm'lik bir küpe sığacağı, tüm bilgilerin (100 atomun bir bitlik bilgiye karşılık geldiği) sayısal biçimde toplanacağı bir program öngörmüştü. Feynman'ın moleküler düzeydeki teknoloji yaklaşımı, moleküler biyoloji, moleküler elektronik, mekanik mühendisliği ve bilgisayar endüstrisindeki ilerlemenin temellerini atmıştır [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

Nanoteknolojinin babası olarak gösterilen Eric K. Drexler ise terimi 1986 tarihli Engines of Creation kitabıyla genel kullanıma sokmuştur. Drexler, MIT (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)'da araştırmacıyken yazdığı kitabında binalardan uzay araçlarına kadar her şeyin atom atom üstüne koyularak inşa edildiği, yapay beyinlerin icat edildiği, minyatür montajcılarının kandaki hastalıklı hücreleri tek tek iyileştirdiği bir gelecek öngörüordu.

Günümüzde nanoteknoloji, biyokimya, biyoloji, genetik, mekatronik, tıp, akışkan gibi birçok bilim dalında kullanılmaktadır. Uygulama alanlarında nanoteknolojinin kapsamı aşağıdaki şekilde iki konu ile ilişkilendirilmektedir:

1. Pozisyonel (moleküler) kontrol: Ürün ve yan ürünlerin moleküler düzeyde kontrolü esasına dayanır. Endüstriyel ya da doğal tüm ürünlerin özellikleri atomların nasıl düzenlendiklerine bağlıdır. Günümüzün makroskobik üretim yöntemleri ise, moleküler düzeyde çalışmaya oldukça yetersiz kalmaktadır. Moleküler nanoteknoloji, moleküler kimya ve fiziğin prensiplerini mekanik tasarım, yapısal analiz, bilgisayar bilimi, elektrik mühendisliği ve sistem mühendisliğinin prensipleri ile birleştiren disiplinlerarası bir alandır. Moleküler üretim, atomların işlenmesi ve yeniden düzenlenmesi için düşünülen bir metoddur [www.nonwoventechnology.com/trmakale, 2004, Kut ve Güneşoğlu, 2005].

2. Kolay tekrarlanabilirlik: Nanoteknolojinin kritik bir diğer özelliği ürünlerin teminini ucuzlatması olmaktadır. Düşük maliyetli üretimin gerçekleşmesi için nanoteknoloji uygulamasının kolay dizayn edilmesi ve kolay tekrarlanır olması gerekmektedir. Atomik özellikli ürünler, mukavemet, sertlik, hız ve verimlik açısından üstün iyileşme kaydetmekte, ayrıca yüksek kalitede ve düşük maliyette elde edilmektedir [www.nonwoventechnology.com/trmakale, 2004, Kut ve Güneşoğlu, 2005].

3.2. Nanoteknolojinin Amaçları

Nanoteknolojinin kullanım amaçları aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

- Nanometre ölçekli yapıların analizi,
- Nanometre boyutunda yapıların fiziksel özelliklerinin anlaşılması,
- Nanometre ölçekli yapıların imalatı,
- Nano hassasiyetli cihazların geliştirilmesi,
- Uygun yöntemler bulunarak nanoskopik ve makroskopik dünya arasındaki bağın kurulması.

3.3. Nanoteknolojinin Kullanım Alanları

Nanoteknoloji, bilimsel disiplin almadan önce de bilgisayar teknolojisini devamlı küçülen çiplerinde ve mikroeletromekanik sistemlerde (MEMS) kendini göstermiştir. MEMS aygıtları mikroskobik, elektronik ve mekanik bileşenleri bir araya getiren minik düzenekler olarak tanımlanabilir. Halihazırda, mikro düzeyde tam fonksiyonel pompalar, motorlar, duyargalar, vb. elektromekanik sistemler kullanılabilmekte, posta pulundan daha küçük boyuttaki bio çiplerin üretimi mümkün olabilmektedir. MEMS hareket duyargaları ve şartelleri, mürekkep püskürten yazıcıların kafalarında, oyun çubuklarında ve hava yastıklarında ivme saptayıcılarında kullanılmaktadır. MEMS pazarı hala yılda on milyar dolar kazandırmaktadır ve bu sistemlerin mikro düzeyden (MEM) nano düzeye (NEM)

geçişinde ve bunların biyolojik sistemlerle entegrasyonunda devrim niteliğinde bilimsel aşamalar beklenmektedir.

Nanoteknoloji, birkaç molekülü saptayabilen bir dedektör geliştirmek konusunda yardımcı olabilir, böylece “hassas burunlu” cihazlar üretilebilir. Nano ölçekte duyargalar yardımıyla, tarım ve gıda sistemlerindeki çok düşük miktarlarda olsa dahi kimyasal kontaminasyonunun, patojenlerin veya virüs partiküllerinin tespit edilmesi mümkün olacaktır. Gıda maddelerinin ambalajlanmasında kullanılacak olan bu sistemler sayesinde gıda ürünlerinin mikrobiyal kontaminasyonunun önceden tespiti ve kendi kendini koruma mekanizmaları yardımıyla önlenmesi ve böylece gerek depolama gerekse dağıtımında oldukça önemli kolaylıklar ve tasarruflar sağlanabilmektedir.

Akışkanlardan, ulaşım, enerji tüketimi, vb. makro düzeyde yararlanmanın dışında, nanoteknolojik gelişmeler sayesinde mikro/nano düzeydeki akışkan özelliklerine göre yararlanabilme yolunda çalışmalar da nanoteknoloji kapsamında değerlendirilmektedir. Gelecekte, akışkanların nano düzeydeki özelliklerine bağlı olarak hastalıkların teşhisi, ilaç etkileşimlerinin belirlenmesi, DNA molekülasyonu ve eşlenmesi, vücuda alınan gıda maddelerinin ve sıvıların izlenmesi, bitki ve hayvanlarda sağlık takibi, çevresel izleme ve denetleme, vb. uygulamalar mümkün olabilecektir. DNA moleküllerinin yapı blokları olarak kullanılması suretiyle nanokablolar ve nanomembranlar benzeri yapıların geliştirilmesi ve özellikle tarım ve gıda mühendisliğinde sayısız uygulama alanlarının bulunacağı öngörülmektedir.

Biyolojik malzemeden doğal biyolojik malzemelerin kullanımı ile istenilen bileşimlerin elde edilmesi olarak tanımlanan biyoproses, nanoteknoloji sayesinde çok daha yüksek bir etkinlikte gerçekleştirilebilecektir. Moleküler problemlerin kullanımı, biyolojik malzemedeki mikropların çok daha hızlı bir şekilde tanımlanmasını sağlayacak olan kitler örnek olarak verilebilir.

Gerek nanoteknoloji sayesinde yeni bir malzeme buluşuyla gerekse doğada var olan bazı malzemelerin (örneğin topraktaki nanopartiküller-kil, zeolit, imogolit) kullanılması suretiyle nano ölçekte farklı özellikler gösteren kompozit malzemelerin kullanımı mümkün olabilecektir. Bunlar arasında saydamlık, azalan ağırlık, artan dayanım özelliklerini gösteren malzemeler, giyenin sağlık ve fiziki durumu hakkında

uyarılar veren akıllı kumaşlar örnek olarak verilebilir. Tarımsal materyalin faydalı ürünlere dönüştürülmesi ve bu sayede çevrenin korunumu nanoteknolojinin gelişiminde önemli ve heyecan verici bir potansiyel alan olarak görülmektedir. Günümüzde özellikle bitkisel yağların biyo-yakıtlara ve endüstriyel çözeltilere dönüştürülebilmesinde ihtiyaç duyulacak nano-katalizörlerin geliştirilmesi ve tasarımı konusunda ciddi çalışmalar yapılmaktadır [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

3.4. Nanoteknolojinin Tekstil Sektöründeki Uygulamaları

Tekstilde nanoteknoloji uygulamaları, nano-tekstiller olarak adlandırılabilir. Nano-tekstil tanımı, nanoteknoloji uygulamaları sonucu elde edilen tüm tekstil materyallerini ifade etmektedir. Doğal ve sentetik tüm tekstil ürünlerinin yapıtaşları moleküllerdir. Bu moleküller, lif oluşturacak şekilde dizilirler, lifler de iplik eldesi için kullanılır. Bir kumaşın kullanım performansını geliştirmenin kalıcı yolu kumaşı meydana getiren liflerin, moleküler düzeyde takviyelendirilmesi ile mümkündür. Moleküler nanoteknoloji felsefesi ile elde edilen tekstil yüzeyleri birer nanomalzemedir.

Nanoteknoloji, tekstil ürünlerinin performanslarını geliştirmek için kullanılmaktadır. Tekstil ürünleri, onlara değişik özellikler kazandıran nanoteknoloji sayesinde çok fonksiyonlu hale gelmektedir; örnek olarak nanoteknoloji ile tekstil ürünleri su itici, antibakteriyel ve antifungisid olabilir, ısı yalıtımı ve mekanik rezilyans performansları geliştirilebilir, kamuflaj amaçlı sensörler olarak kullanılabilir. Tekstil yüzeylerine uygulanan ekstra bazı kimyasal ve fiziksel işlemlerle veya yüzeydeki nano-ince tabakaya yapılacak plazma muamelesi ile yepyeni özellikler elde edilebilir [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

Son 10 yılda nanoteknolojinin geldiği nokta, tekstil teknolojisi alanındaki hızlı gelişmeyi desteklemiştir. Günümüze kadar doğal ve sentetik liflerden üretilen mamullerin dokunmasında, renklendirilmesinde veya tamamen yeni yapı ya da son kullanım özelliklerine sahip liflerin eldesinde görülen gelişmelerin, önümüzdeki 25 yıl içindeki yenilikler karşısında gölgede kalacağı ve buna nanoteknolojinin sebep olacağı öngörülmektedir [Kut ve Güneşoğlu, 2005] .

Bu gelişmelerin öncüsü askeri giysiler olacaktır. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) 21.yy'ın askerleri için nanoteknolojiyi kullanarak “süper üniformalar” geliştirmeye çalışmaktadır. Bu üniformalar, kamuflajı desteklemek üzere renk değiştirme, faz değiştiren malzemeler ile kırık durumunda destek vazifesi göreceği biçimde sıkışma hatta yapay kas geliştirme ve enerji depolayabilme gibi spesifik özelliklere sahip kumaşlardan (morph fabrics) oluşacağı öngörülmektedir. Bu kumaştaki lifler, ortam sıcaklığı ve hava sirkülasyonuna bağlı olarak daralacak veya genişleyecektir. Nanosensör iştirilmiş kumaşlar, askerin vücut sinyallerini tıp merkezine iletecek, kumaştaki entegre iletişim ve dolaşım ekipmanları ile yaralı bir askerin sağlık bilgilerini ve konumunu merkeze bildirerek müdahale hızını arttıracaktır. Nanoteknoloji ile üretilmiş üniformalar günümüzde kullanılanlardan % 80 daha hafif olacak (kağıt ağırlığında ancak hafif ve esnek), ortamdaki biyolojik veya kimyasal tehlike durumuna moleküler düzeyde adapte olarak geçirgenliğini kaybedecektir. Bu üniformalar, ortamın sıcaklık, ışık, hava kalitesi vb. değişikliklerini kolayca fark edecek, nanokaplamayla geliştirilmiş özel lifler karanlıkta dahi ayırt edilebilir olacak, böylece askerler birbirlerini kilometrelerce uzaktan seçebilecek, karanlık ortamlarda düşmanı ayırt edebileceklerdir.

Tekstil yüzeylerinin nano skalada düzenlenmesine yönelik çok sayıda araştırma sürmektedir. Örneğin tekstil implantlarda biyolojik uyumluluğu arttıracak nanoince yüzeylerin eldesine çalışılmaktadır. Bu sayede tıbbi yaraların daha hızlı tedavisi, kontrollü ilaç alımı, yaralı bölgenin daha yüksek nefes alabilirliğinin sağlanması mümkün olacaktır.

Spesifik nano partiküllerle tekstil yüzeylerinin kaplanması ile tekstil yüzeyleri günümüzde yüksek adhezyon, daha kolay geri dönüşüm gibi özelliklere sahip olmuştur. Benzer şekilde antimikrobiyal kaplamalı kıyafetler vücudun dermatolojik konforunun teminini mümkün kılar. Polimerik tekstil malzemesine mikropartiküllere nazaran daha homojen ve tamamen dispers formda yerleşmiş nano partiküller, tekstil yüzeyinin çeşitli mekanik, elektrik ve optik özelliklerini geliştirir. Tekstil yüzeylerinin nano-seramik partiküllerle kaplanması yanma eğilimini azaltır. Seramik indium-kalay oksit kaplanmış yüzeylerin kaplama kalınlığına bağlı olarak spektral özellikleri değiştirilebilir ve etkili kamuflaj sağlanabilir.

Nanoteknoloji, teknik tekstil ürünlerinin performanslarını geliştirmekte bir başka araştırma sahası bulmuştur. Bir kumaşın mukavemet ve sertlik değerini arttırmak amacıyla kumaştaki liflerin moleküler düzeyde karbon molekülleriyle takviyelendirilmesine yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Karbin, karbonun sp-hibritlenmesiyle elde edilen lineer allotrobudur ve yapısında sırayla tek ve üç bağ yapan karbon atomları bulunur. Karbinin uzun molekül zincirli formda elde edilmesi ve yüksek elastikiyet sergilemesi nedeniyle lif takviyelendirmesinde kullanılması mümkün olmuştur. Karbin, ayrıca karbon nanotüplerin eldesinde de kullanılmaktadır. Karbon nanotüpler 1991’de Japonya’da tesadüfen keşfedilmiştir. Nanotüpler, içi boş silindir halinde sarılmış grafit yapraklarıdır ve çelikten 100 kat daha büyük çekme mukavemeti, saf elmasan daha iyi termal iletkenlik, bakıra yakın ancak daha fazla akım taşıyan elektrik iletkenliği gibi sıra dışı özelliklere sahiptir. Köprü, uçak ve uzay asansörü yapmaya çok uygun olmasına karşın tek sorun, laboratuvar kaynaklı en uzun nanotüpün 10 mm boyunda olmasıdır. Bununla beraber çok küçük makineler için nanotüpler son derece yararlı gözükmemektedir. Çünkü MEMS aygıtlarını etkileyen sorunlardan biri, saniyede binlerce kez sürtünerek birbirini aşındıran minik parçacıklardır. Nanotüp yatakları ise hemen hiç sürtünüp aşınmaz, çünkü karbonun bütün kimyasal bağları kullanılmaktadır. Başka bir ifade ile yabancı elektronların bağlanıp kopartarak aşındıracağı boş bağlar yoktur. UC Berkeley’den Prof. Alex Zettl’a göre, hem iletken hem de yalıtkan olarak yararlanılabilen nanotüpler, hemen her elektromekanik cihaza uygundur.

Karbon nanotüp ile polivinil alkol lifinin koagüle banyosunda çekim yöntemi ile elde edilen kompozit lifin mukavemet ve rijitlik değerleri, aynı ağırlık ve uzunluktaki çelikten 20, Kevlar’dan 17 kat daha büyük olduğu bulunmuştur. Böyle bir lif, savunma amaçlı tekstil yüzeylerinin üretiminde önemli bir potansiyel göstermektedir. Karbon nanotüplerin, polimetilakrilat ve poliakrilonitril gibi farklı liflerle kompozit lif eldesine yönelik çalışmalar halen sürmektedir. Nanoteknoloji, molekül boyutlu bilgisayarların, sensörlerin ve makinelerin kumaşlara entegre edilebilmesine olanak sağlayarak programlanmış kumaş eldesini mümkün kılacaktır. Örneğin; Mikro pompalar ve mikro tüpler ısıtıcı ya da soğutucu bir gazı kumaş

içinde dolaştırabilir. Böylece ceket inceliğinde ancak palto kadar sıcak tutacak giysiler üretilir [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

Robot “mite”lar kumaş yüzeyini periyodik olarak temizleyerek kendi kendine temizlenen giysi veya döşemelikler üretilir. “Yırtık, patlak vb. hasarları mikrosensörlerle fark edip programlanmış mikro makineler vasıtasıyla kendi kendini onaran kumaşlar üretilir. Büyük kumaş parçaları, mikroskobik mekanik tutucularla dikişsiz birleştirilebilir. Ultraesnek, ultraince kumaşlar astronotların uzayda daha kolay hareket etmelerini sağlamak için üretilir [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

Nano tekstil malzemeleri kullanım alanlarına göre şu şekilde sınıflandırılabilir [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005]:

1. Nanolifler
2. Nano-tüpler
3. Nano-partiküller
4. Nano Boyuttaki Bitim İşlemleri
5. Faz Değiştiren Materyaller (PCM)
6. Biçimsel Hafızalı Materyaller (SMM)
7. Kromik Materyaller
8. Elektriksel Uygulamalar

3.4.1. Nanolifler

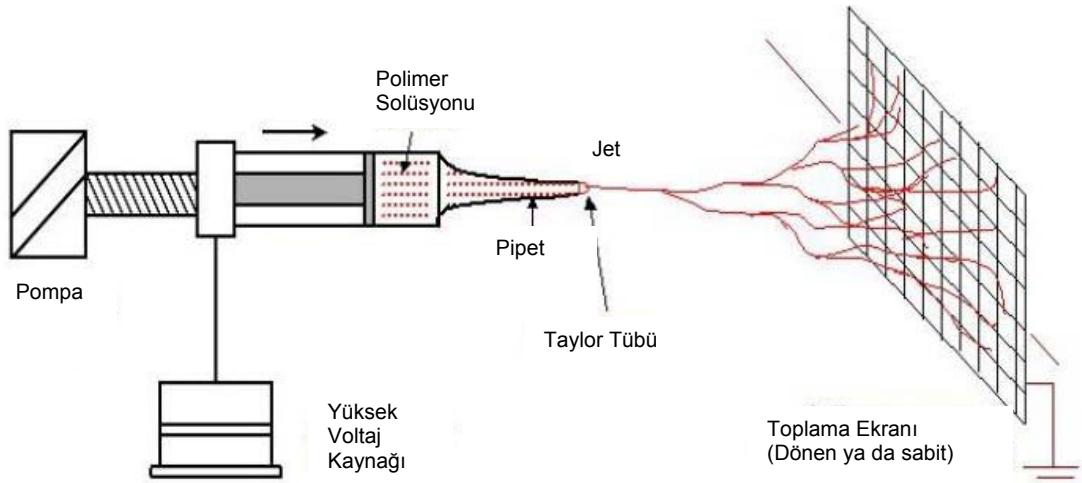
Nanolif kavramı, özellikle son yıllarda AB ülkeleri nezdinde geniş araştırma sahaları bulmuştur ve çapı nano ölçekli lifleri ifade eder. Burada bahsedilen mikro lif değildir. Konvansiyonel liflerden çok daha küçük çaplı hatta 0,1 denyeden daha ince üretilen sentetik olanlarına karşın, mikro lifler nano skalaya göre büyük boyutlarda kalmaktadır. Son 10 yıl boyunca mikro lif endüstrisi ipek, yün, pamuk gibi doğal liflerin tutumuna sahip ürünler vermiştir, buna en iyi örnek yeni ShinGosen iplikleridir. Kompozit çekim yöntemi ile ultra-ince lif eldesi (0,01-0,5 denye) mümkün olmuştur ancak yine de nanolif teknolojisi mikro lif üretiminden çok

farklıdır. Nanolif eldesindeki en yaygın yöntem elektrospin metodudur [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

3.4.1.1. Elektrospin Yöntemi ile Nanolif Üretimi

Çeşitli üretim teknikleri arasında elektro çekim, filament polimer nanoliflerinin seri üretiminde tek istikrarlı metottur. Şu anda mevcut nano lifler dokunmamış yüzey formundadır. Son araştırmalar polimer nano liflerinin elektro çekim yöntemiyle üretim karakteristikleri ve yeni uygulama alanları hakkında çalışmalar yapılmaktadır. Çeşitli polimer liflerin eğrilebilirliği araştırılmış ve eksenel dizilmiş liflerin elde edilebileceği keşfedilmiştir.

Genelde, polimer esaslı nanoliflerin üretimi ile ilişkisi olan üretim tekniği elektro-üretimdir (electrospinning) (Şekil 3.1). Bu teknikte, polimer uygun bir çözücüde çözülür veya ısı ile eritilir, bir ucu kapalı ve daralan öbür ucunda küçük bir delik bulunan cam bir pipetin içine yerleştirilir. Daha sonra polimer çözeltisi/eriyiği ve pipetin açık ucunun yakınındaki bir toplayıcı levhaya 50 kv'a kadar gerilim uygulanır. Toplayıcı levhada oluşan ağımsı yüzeyde çapları 30 nm'den 1 mikronun üzerindeki değerlere kadar değişen lifler bulunmasına rağmen, bu işlem çapı 50 nanometre boyutunda nanoliflerin üretimine imkan verir. Bu işlemin üretim verimi, genelde birim saatte birim düze deliğinden geçen polimerin gram cinsinden miktarı ile ölçülür ve lif mukavemetinin (gram/denye) çok düşük olduğu tahmin edilmekle beraber ölçülmesi de oldukça zordur [Hagewood 2004; <http://www.tad.com.tr/arsiv/d2004/s2/elyaf/nano.html>, 2004].



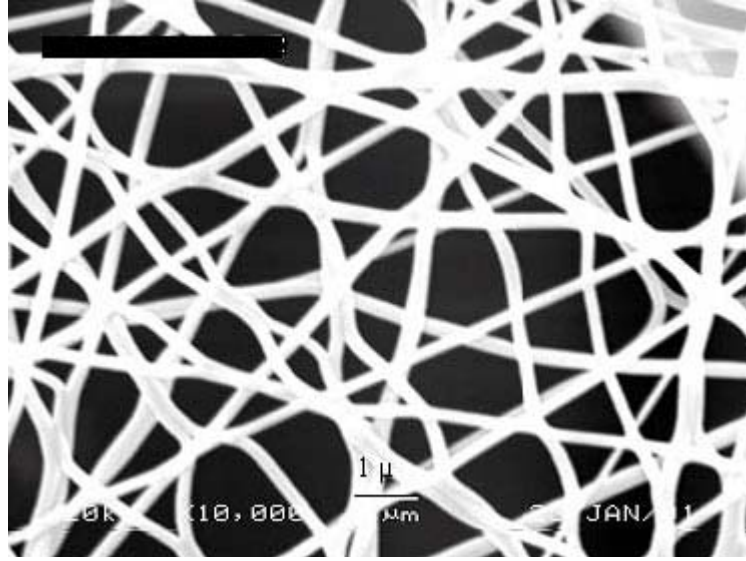
Şekil 3.1. Electrospinnig Yöntemi ile Nanolif Üretimi
[www.che.vt.edu/Wilkes/electrospinning.htm, 2005]

Elektrospinnig yöntemiyle nanolif üretiminde proses parametreleri aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir [www.che.vt.edu/Wilkes/electrospinning.htm, 2005; Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

- Sistem Parametreleri: Polimerin molekül ağırlığı, molekül ağırlık dağılımı ve yapısı.
- Çözelti parametreleri: Konsantrasyon/viskozite, dielektriksel özellikler (iletkenlik), yüzey gerilimleri
- Kontrol edilebilen değişkenler: Elektrik potansiyeli, voltaj, elektrik alanı, jetin yük yoğunluğu, kapilerdeki hidrostatik basınç, jet çıkışı ve toplayıcı arasındaki uzaklık (eğirme uzaklığı), jet besleme hızı.
- Çevresel parametreler: Sıcaklık, nem.

Bu parametreler son nano polimer lifinin morfolojisine etki eder. Lif çapı bu parametrelerle istenilen şekilde ayarlanabilir. Elektro çekimde elektrostatik kuvvetler ve nano lif morfolojisi incelenir.

Çapları birkaç nanometreye kadar inen Ultra ince polimer nanolifleri elektrospinning yöntemi ile üretilir. Şekil 3.2’de görülen electrospun nanolifi elektron mikroskopuyla 10.000 kez büyütülmüş lif görüntüsüdür. Çapı yaklaşık 250 nanometredir.



Şekil 3.2. Elektrospining Yöntemiyle Elde Edilen Nanolif
[www.donaldson.com, 2005]

Poliamid, polilaktit, selüloz türevleri, polietilenoksit, polimer karışımlar ya da katı nanopartiküller içeren polimerler elektrospinning yöntemiyle üretilebilir.

Lifler mikrometre boyutundan nanometre boyutlarına indirilince; hacme oranla yüksek yüzey alanını kazanmanın yanında, yüksek mekanik rijitlik ve lif boyunca gerilme dayanımı artar.

3.4.1.2. Fibrilasyon ile Nanolif Üretimi

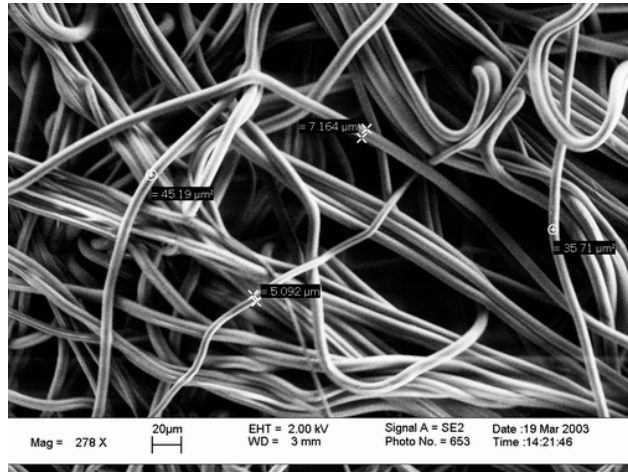
Nanoliflerin üretiminde oldukça ilginç bir başka yaklaşım da, selüloz gibi lineer hücresel yapıya sahip liflerin nano boyutlu daha ince lifçikler haline fibrilasyonudur. KX Industries bu konuda kolayca fibrile edilebilen lyocell liflerinin nanolif ağlarına dönüştürüldüğü işlemleri içeren pek çok çalışma sonuçlarını ortaya koymuştur. Bu teknikle üretilen lifler orta düzeyde mukavemet özelliklerine sahip olmalarına rağmen, boyut ve oluşumda büyük değişiklikler gösterirler. Lyocell liflerinin üretim koşullarının son derece kritik olmasından dolayı, bu teknikte başarılı olma olasılığı son derece azdır ve beklenildiği gibi başka uygulamalarda fibrile olmayacak iyi lyocell lifleri üretmek için gerekli üretim şartlarıyla zıtlık arz

etmektedir [Hagewood, 2004; <http://www.tad.com.tr/arsiv/d2004/s2/elyaf/nano.html>, 2004].

3.4.1.3. Meltblowing Yöntemi ile Nanolif Üretimi

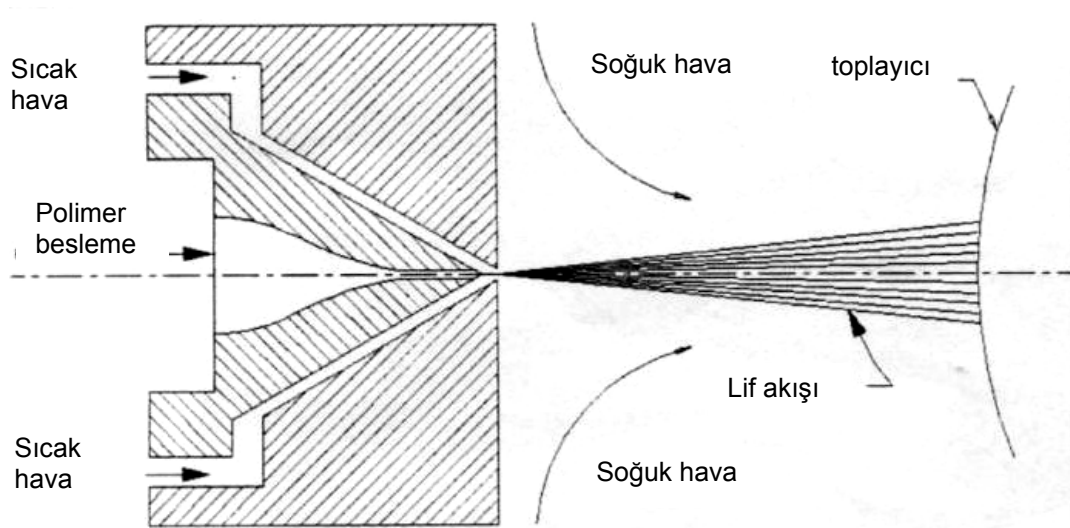
Günümüzde, çok miktarlarda küçük çaplı lif üretmek için kullanılan en yaygın üretim tekniği meltblowing tekniğidir. Ancak, bu teknikle üretilen liflerin çapları genellikle 2 mikron veya daha fazladır. Ayrıca bu metotla üretilen liflerin mukavemetleri düşük olmakla birlikte, üretildikleri haliyle, lif çapları lif boyunca ve lifler arasında büyük değişiklikler gösterir.

Eriyikten lif üretiminin, çok miktarlarda lif üretimine elverişli olması nedeniyle, nanoliflerin doğrudan eriyikten üretim tekniği ile üretilmesini mümkün kılmak için bu işlemin değiştirilmesi doğrultusunda pek çok araştırma ve geliştirme çalışmaları sürdürülmektedir. Bu araştırmaların çoğunluğu sadece araştırmacıların bilgisi dâhilinde olan "gizli" araştırmalardır ve bu yüzden de detaylar kapsamlı bir şekilde henüz açıklanmamıştır. Büyük bir olasılıkla Kore'deki Nano Tecnics'in nanolif filtre materyali, elektro üretimden daha ziyade değiştirilmiş bir meltblowing işlemiyle üretilmektedir.



Şekil 3.3. Meltblown Nylon 6.6 [<http://plasma.ee.utk.edu>, 2006]

Değiştirilmiş bir meltblowing işlemi geliştirmek için çalışan şirketlerden bir diğeri de Aberdeen'deki Nanofibers Technology Inc.'dir. Bu şirketin projesine göre nanolifler, modüler bir düze kullanarak meltblowing işlemi ile oluşturulurlar. Üretilen lifler mikron ve mikrondan daha ince boyutlardaki liflerin bir karışımıdır. Bu teknik, termoplastik polimerlerin kullanımına imkân veren ucuz bir üretim yöntemidir. Söz konusu teknik, kilogram başına 10 \$'dan daha az bir maliyetle yüksek miktarlarda polimer esaslı nanolifleri üretebilme potansiyeline sahip gözükmetedir. Her ne kadar meltblowing işlemi olarak tanımlanmasa da, Neumag (Almanya) tarafından lisansı alınan, eriyik haldeki polimer akıntısına hava-jeti ile çarparak küçük filamentlere ayırmak için geliştirilmiştir.



Şekil 3.4. Meltblow Tekniğinin Şeması [Hagewood, 2004]

Hills Inc. ince dağıtım plakası teknolojisini kullanarak meltblowing işlemine başka bir yaklaşımda bulunmuştur. Kullandıkları yeni düzelerle inç başına düşen delik sayısı 100 ve üstüne çıkarılmakta, buna karşın delik başına düşen materyal akışı azaltılmaktadır. Ancak, üretim miktarı standart meltblowing'de olduğunun aynı kalmaktadır. Bu düze teknolojisi ile düze deliklerinin L/D değeri 10'un üzerine çıkmakta, bundan oluşan basınç düşüşü standart 40 psi'den bir kaç yüz psi ve hatta daha da üstüne çıkabilmektedir.

Sonuç olarak lif boyutlarının değişim aralığı ile birlikte ortalama meltblown lif boyutu da büyük ölçüde azaltıldı. Bu teknikte düze delik çapları 0,10 ile 0,15 mm arasında değiştiği için polimer 1000 veya üzerinde MFI'ye sahip olmalı ve ayrıca da son derece temiz olmalıdır. Bu düzeyle uzun vadeli üretim işlemi halen geliştirme aşamasındadır [Hagewood, 2004; <http://www.tad.com.tr/arsiv/d2004/s2/elyaf/nano.html>, 2004].

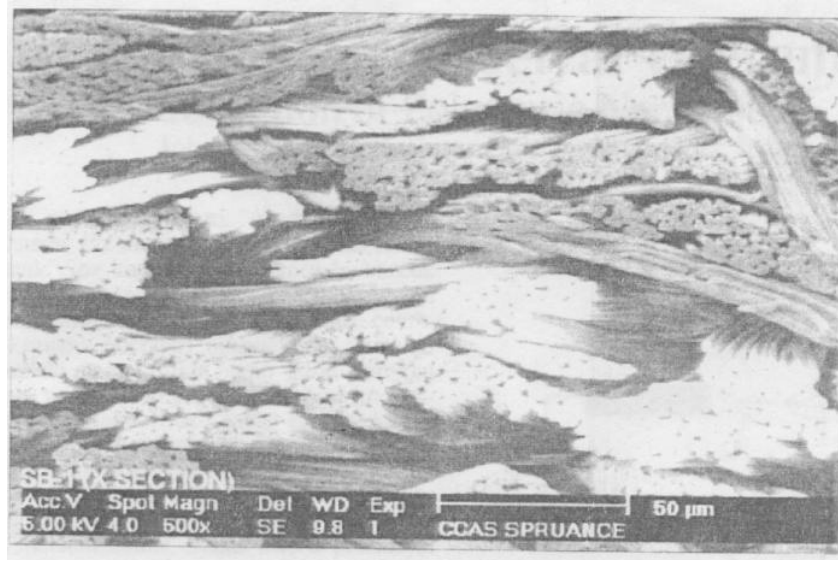
3.4.1.4. Bikomponent Lif Üretim Yöntemi ile Nanolif Üretimi

Nanoliflerin üretimi için, dördüncü bir yöntem olarak, ayrıştırılabilen veya çözülebilen bikomponent lifleri kullanmaktır. Nanoliflerin üretiminde bu teknolojinin kullanımı için birçok yaklaşım ileri sürülmüştür. Üzerinde en çok çalışılan yaklaşım ise standart bir üretim-çekim işlemi ile deniz-adacık tipi bikomponent liflerin üretimidir.

Bu teknik kullanılarak elde edilen filament iplikler, özellikle Asya'da, yaklaşık 20 yılı aşkın süredir üretiliyor. Adacık adedi 1000'in üzerinde olan bu lifler halen hem ticari olarak hem de deneme tesislerinde düzenli bir şekilde üretilmektedir.

Tipik 'adacık' polimerleri; poliamid, polyester, tipik deniz polimerleri ise PVA, EVOH (Ethylene Vinil Alcohol Polymer) ve kolayca hidrolize olabilen polyesterdir. Son zamanlarda Hills bu tekniği spunbond işlemine uygulamıştır. Hills ve North Carolina State University laboratuvarlarında 0,5 m genişliğindeki spunbond kumaşında hem poliamid hem de PP 'adacık' lifleri üretilmiştir.

EVOH ve Eastman AQ polimerleri 'deniz' olarak kullanılmıştır. 25 adet 'adacık' kullanılarak üretilen kumaş yaklaşık 2 mikron gibi aşırı derecede küçük boyut değişim aralığına sahip liflerden oluşur (Şekil 3.5). Lifler çözüldükten sonra incelendiğinde, standart eriyikten üretilmiş liflerle aynı temel mukavemet özelliklerine sahip oldukları gözlemlenir.



Şekil 3.5. Deniz İçinde Ada Elyafından Elde Edilmiş Spun Bond Kumaş [Hagewood, 2004]

Ayrıca 36 adet 'adacık'lı kumaşlar da üretilmiştir ve 360 adet 'adacık'a sahip olabilen spunbond kumaşlar üretmek için spunbond düze paketleri hazırlanmış ve çok yakında yaklaşık 500 nanometre boyutlu liflere sahip spunbond ürünleri elde etmek için kullanılacaklar.

Benzer bir teknik, bir spunbond işleminde dilimli pasta şeklindeki lifleri elde etmek için de kullanılabilir. Spunbond kumaş, daha sonra liflerin ayrıştırıldığı ve sağlamlaştırıldığı su-jeti ile nonwoven üretim makinesine beslenir.

Bu teknikte, elde edilen lifler nanoliflere ait çap alanına girmez, ancak, eğer buna benzer bir teknik meltblowing işlemi ile beraber kullanılmış olsaydı, ortaya çıkan kumaş esas itibarıyla nanolifleri de kapsayacaktı [http://www.tad.com.tr/arsiv/d2004/s2/elyaf/nano.html, 2004].

Polimerik nanolif üretiminde kullanılan tekniklerin bir özeti Çizelge 3.1.'de verilmektedir.

Çizelge 3.1. Farklı Üretim Yöntemleri İle Elde Edilen Nanolifler [Hagewood, 2004]

Eğirme Yöntemi	Elyaf Boyutu	Üretim	Elyaf Mukavemeti
Melt-blowing	-2 mikron (boyut alanı)	0,5 g/delik/dk Trk delik sıralı	Çok zayıf
Elektro-spinning	-0,3 mikron (boyut alanı)	0,3 g/delik/saat	Bilinmiyor
Multicomponent eğirme/ayırma	0-5-2 mikron arası, dar olan boyutu	0,5 g/delik/dk Çok sıralı delikler	2-4 g/den

3.4.1.5. Nanoliflerin Kullanım Alanları

Nanolifler dokusuz yüzey üretiminde önemli uygulama sahası bulmuştur. Çeşitli dokusuz kumaşların yüzeyindeki küçük miktardaki nanoliflerin dahi su tutma özelliklerini arttırdığı ve su temas açısını düşürdüğü bulunmuştur. Hava direnci, nefes alabilirlik gibi diğer özelliklerde de dokusuz kumaşların yüzeylerinde nanolifler kullanıldığında büyük çapta iyileştirme göstermektedir.

Elektrospinning sistemiyle lif yüzeyi nanometre incelikte tabaka ile kaplanabilir. Örnek olarak gümüş kaplamalı bir lif, yüksek elektrik iletimine, oldukça düşük statik elektriklenmeye sahip olur ayrıca antibakteriyel ve antifungisid özellik kazanır.

Japon Toray Ind. Firması, konvansiyonel tipten 1000 kez daha ince, higroskopik nemi pamuktan daha fazla naylon üretmiştir. Benzer şekilde Japon Kanepe Ltd. firması, yüzeyine birkaç nanometre kalınlıkta bir film tabakasıyla kaplayarak konvansiyonel poliester lifinin higroskopik nemini 30 kat arttırmıştır.

Nanoliflerin kullanıldığı tekstil ürünlerine aşağıdaki örnekler verilebilmektedir [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

- Nano-gözenekli yüksek yüzey alanına sahip dokusuzlar.
- Filtrasyon amaçlı membran yapılar.

- Süper hızlı sensörler.
- Biyolojik ve farmakolojik özellikli membran yapılar.
- Kompozit takviyelendiriciler.
- Foto elektronik cihazlarda iletken tüpler.
- Tıbbi tekstiller (ilaç iletim kanalları, karbon tüpler).
- Kimyasal ve biyolojik koruyucu kaplamalar.
- Geri dönüşümlü katalistler.
- Kumaş mühendisliğine yönelik üç boyutlu materyaller.

3.4.2. Nano-tüpler

Tekstil endüstrisinde nano-tüp uygulamaları dendiğinde akla ilk olarak karbon nano-tüpler gelmektedir. Karbon nano-tüpler nanometre boyutlarında oluşturulmuş oldukça küçük karbon lifleridir. Nano-tüplerin boyutları, genellikle 2-50 nm arasındadır ve en çok 1 mm'ye kadar değişmektedir. Kristalin yapısı ve yüksek iletkenliği sebebiyle kompozit lifler için uygun materyaller olarak nitelendirilebilmektedir [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

Karbon nanotüp ile polivinil alkol lifinin koagüle banyosunda çekim yöntemi ile elde edilen kompozit lifin mukavemet ve rijitlik değerleri, aynı ağırlık ve uzunluktaki çelikten 20, Kevlar'dan 17 kat daha büyük olduğu bulunmuştur. Böyle bir lif, savunma amaçlı tekstil yüzeylerinin üretiminde önemli bir potansiyel göstermektedir. Karbon nanotüplerin, polimetilakrilat ve poliakrilonitril gibi farklı liflerle kompozit lif eldesine yönelik çalışmalar halen sürmektedir. Nanoteknoloji, molekül boyutlu bilgisayarların, sensörlerin ve makinelerin kumaşlara entegre edilebilmesine olanak sağlayarak programlanmış kumaş eldesini mümkün kılacaktır. Örneğin; Mikro pompalar ve mikro tüpler ısıtıcı ya da soğutucu bir gazı kumaş içinde dolaştırabilir. Böylece ceket inceliğinde ancak palto kadar sıcak tutacak giysiler üretilebilir [Kut ve Güneşoğlu, 2005].

3.4.3. Nano-partiküller

Nano-partiküllerden özellikle kil nano-partikülleri ve metaloksit nano-partikülleri tekstilde kullanım alanı bulmaktadır.

Kil nano-partikülleri çeşitli tipte hydrous alüminyum silikatları içerir. Elektrik, ısı ve kimyasal dayanıma sahiptir. Ayrıca UV ışığını bloke etme yeteneğine sahiptirler. Bu sayede içerisine kil nano-partiküller yerleştirilmiş lifler güç tutuşurluk, anti UV ve anti korrozif davranışlar gösterir. Örnek olarak UV engelleyici olarak naylon liflerine uygulanmaktadır. Polipropilen boyanmasında da kullanılmaktadır. Kuantener amonyum tuzu ile modifiye edilmiş kil nano-partikülleri, lif çekilmeden önce Polipropilen içerisinde ilave edilir. Polipropilen lifi içerisinde boyayı çeken kısımlar ve boyayı tutan boşluklar oluşturarak asit ve dispers boyalar ile boyanmayı gerçekleştirirler.

TiO₂ , Al₂O₃ , ZnO ve MgO gibi metal oksitler fotokatalitik, elektrik iletkenliği, UV absorpsiyonu ve fotooksidasyon özelliğine sahiptirler. Bu parçacıklar kullanılarak anti-mikrobiyal, kendi kendini temizleyen UV engelleyici ürünler elde edilebilmektedir. Metal oksitlerin tekstillere uygulaması lif çekimi sırasında, elektrostatik yollarla veya sprey kaplama ile gerçekleştirilebilmektedir [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

3.4.4. Nano Boyuttaki Bitim İşlemleri

Hali hazırda uygulanan bitim işlemlerinin etkilerini geliştirmek için nanoteknolojiden faydalanılmaktadır. Bitim maddeleri nano boyutlarda emülsifiye edilerek (nano-misellerle, nano-sollarla ve nano-kapsüllerle) böylece daha düzgün aplikasyon gerçekleştirilir. Bu işlem sonucunda kumaşın kir iticilik, hidrofilik, anti statik, buruşmazlık, vb. özellikleri geliştirilir [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

3.4.5. Faz Değiştiren Materyaller (PCM)

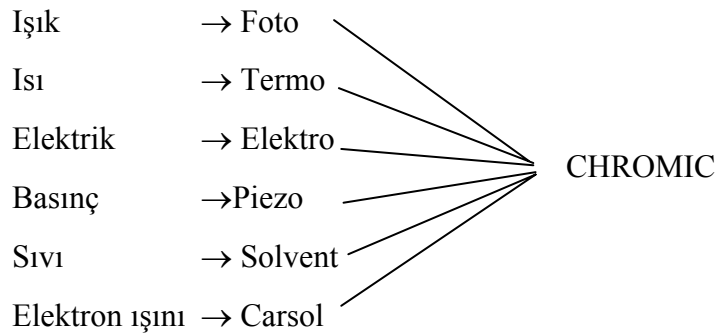
Bir malzemenin ısınma ve soğuma davranışı incelendiğinde sıcaklık artışı ile birlikte malzemenin ısı absorbe ettiği , aksi durumda ise absorbe ettiği ısıyı dış ortama verdiği görülür. PCM'nin erime ile donma/kristalleşme sırasında sıcaklıkları sabittir. Bu prensipten hareketle bir PCM, diğer malzemelere nazaran daha fazla ısı absorbe eder. Tekstil malzemelerine entegre edilen PCM'ler sadece birkaç mikrometrelik küreler (mikro-kapsüller) içine yerleştirilmişlerdir. PCM mikrokapsüller olarak adlandırılırlar. PCM'ler ısı düzenleme amaçlı olarak kullanılırlar. Öncelikle giysi içerisine yerleştirilen PCM'ler vücuttan yayılan veya emilen ısı enerjisini aktif bir şekilde dengeleyerek dış ortam ile insan vücudu arasında yalıtkan bir tabaka oluştururlar [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

3.4.6. Biçimsel Hafızalı Materyaller (SMM)

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 SMM'ler aktive edildiğinde giysi katmanları içerisinde birbirine yakın olan tabakaların aralarındaki boşluklar artar. Böylece dış ortam ile vücut arasında sıcaklık kaybını önleme amacıyla bir bariyer tabaka oluşturulması amaçlanır. Hem PCM, hem de SMM'ler kişinin fiziksel aktivitesi ve içinde bulunduğu ortam şartlarına (sıcaklık, nem, vb.) bağlı olarak tepki vermektedir [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

3.4.7. Kromik Materyaller

Kromik malzemeler, aynı zamanda bukalemunsu liflerdir; yani çeşitli çevresel şartlar doğrultusunda renk değiştirebilme yeteneğine sahiplerdir. Bu grupta değerlendirilen akıllı yapıların reaksiyona başlangıç etkilerine göre aldıkları isimler aşağıdaki şekilde sıralanabilmektedir.



Bu reaksiyonun alınabilmesi için, tekstil malzemelerinin üretimi sırasında mikrokapsüller içerisine yerleştirilen bazı özel floresan boyar maddelerin kumaş yüzeyine applike edilmesi gerekmektedir [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005].

3.4.8. Elektriksel Uygulamalar

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. Tekstil kumaşlarının iletkenliğini geliştirme konusunda yapılmış ilk yaklaşım metalik tellerin ve ince metalik bantların kullanılmasıdır. Metalik teller kumaş yapısı içerisine bir ağ gibi örülürler ve kumaşa gerekli elektriksel iletim özelliğini kazandırır. Tekstil malzemelerinin yalıtkan halden iletken hale dönüştürülmeleri için çeşitli metotlar geliştirilmiştir. Bazı çalışmalar doğrudan kumaş konstrüksiyonuna müdahale edilmeksizin, liflere herhangi bir ön modifikasyon

yapılmaksızın elektriği ileten kumaş üretilmesi yönündedir. Bunların en önde gelenleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir [Erkan, Erdoğan ve Kayacan, 2005]:

- Kumaşlara antistatik madde emdirilmesi,
- Kumaşların ve dokusuz yüzeylerin iletken malzemelerle kaplanması,
- Elektro iletken bileşiklerin tozuyla doldurulmuş polimerler,
- Vakumla metal serme,
- Galvanik kaplama,
- Kimyasal kaplama.

4. AKILLI LİF VE KUMAŞ TEKNOLOJİLERİ

19. yüzyıldan beri bilim ve teknolojinin birçok alanında insanoğlunu etkileyen devrimler büyük bir hızla meydana gelmektedir. Elektronik çiplerin, bilgisayarların, internetin icat edilmesi, insanın tüm gen haritasının çıkarılması ve daha birçoğu tüm dünyayı değiştiren olaylar olmuştur. Son yüzyılda özellikle tekstil ve hazır giyim endüstrisinde çok büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Bilimin katı kuralları, yapay liflerin kullanım ve işleme teknolojilerini geliştirmede ve sentetik liflerin üretilmesinde kırılmıştır. Pek çok şey doğanın kendisinden öğrenilmiştir. Viskoz rayonu, nylon, poliester ve diğer sentetik liflerin bulunuşu öncelikle kendilerine benzeyen doğal maddelerin taklit edilmesine dayanmaktadır. Polimerlerin sentezlenmesi veya tekstillerin işlenmesi için kullanılan biyolojik yollar, doğal kaynaklardan yararlanmanın çevre dostu ve güvenli bir yoludur. Bilgisayarlar yardımıyla tasarım ve üretim, uzaktan merkezlenmiş veya dağıtılmış kontrol otomasyonu, internet tabanlı entegre tedarik zinciri yönetim sistemleri müşterileri bu zincire her zaman olduğundan daha da yaklaştırmıştır [Tao, 2001].

Akıllı lif ve kumaş teknolojileri farklı şekillerde sınıflandırılabilir. Fonksiyonu gerçekleştiren ürünün materyal formuna göre (elyaf, kumaş, giysi) veya fonksiyonu gerçekleştirmek için kullanılan üretim biçimine göre bir sınıflandırma yapılabilir.

Materyal formuna göre yapılan bir sınıflandırma Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Akıllı Tekstillerin Materyal Formuna Göre Sınıflandırılması

Akıllı Lifler ve İplikler	Akıllı Kumaşlar	Akıllı Giysiler
- Nonalifler - Mikrolifler - Hollow Lifler - Yüksek Performanslı Lifler - Aramidler - Karbon lifleri - Kompozitler - Elektriği ileten lifler ve iplikler - Güç Tutuşan Lifler - Antibakteriyel Lifler	- Akıllı Liflerden elde edilmiş kumaşlar - Terbiye işlemleri ile elde edilen akıllı kumaşlar - Antimikrobiyal kumaş - Küflenmez kumaş - Su geçirmez kumaş - Su itici kumaş - Kir itici kumaş - Yağ itici kumaş - Buruşmaz kumaş - Güç tutuşur kumaş - Pillinglenmeyen kumaş - Koku önleyici kumaş - Güzel koku yayan kumaş	- Işıklı giysi - Görünmez giysi - Yaşam Parametrelerini Ölçebilen Ürünler - Kullanıcının Yerini Belirleyebilen Ürünler - Müzik çalarlı giysi - Oda Sıcaklığına Göre Rengi Değişen Kumaşlar - Radyolu Kumaş - Sesi Bulma Özelliği Olan Kumaşlar

Akıllı tekstillerin sınıflandırılmasında kullanılan diğer bir yöntem de fonksiyonu gerçekleştirmek için kullanılan üretim biçimine göre sınıflandırmadır. Bu tez çalışmasında ikinci sınıflandırma yöntemi kullanılmıştır. Buna göre yapılan sınıflandırma Çizelge 4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Akıllı Tekstillerin Üretim Biçimine Göre Sınıflandırılması

Elyafın Özelliği İle Oluşan Akıllı Tekstiller	Bitim İşlemleri İle Elde Edilen Akıllı Tekstiller	Elektronik Aksamların Eklenmesiyle Elde Edilen Akıllı Tekstiller
1. Kullanıcıya Konfor Sağlayan Akıllı Lifler - Mikrolifler - Hollow(İçi Oyuk) Lifler 2. Antimikrobiyal Lifler 3. Antialerjik Lifler 4. Güç Tutuşan Lifler 5. Yüksek Performanslı Lfiler 6. Elektrik Akımını İleten Lifler	1. Antimikrobiyal Tekstiller 2. Küflenmez Tekstiller 3. Su ve Kir İtici Akıllı Tekstiller 4. Güç Tutuşur Tekstiller 5. Güzel Koku Yayan Tekstiller	1. Işıklı giysi 2. Katlanabilir Klavye ve Fare 3. Görünmez giysi 4. Yaşam Parametrelerini Ölçebilen Ürünler 5. Kullanıcının Yerini Belirleyebilen Ürünler 6. Müzik çalarlı giysi 7. Oda Sıcaklığına Göre Rengi Değişen Kumaşlar 8. Radyolu Kumaş 9. Sesi Bulma Özelliği Olan Kumaşlar

4.1. Elyafın Özelliği ile Oluşan Akıllı Tekstiller

4.1.1. Kullanıcıya Konfor Sağlayan Akıllı Lifler

4.1.1.1. Mikrolifler

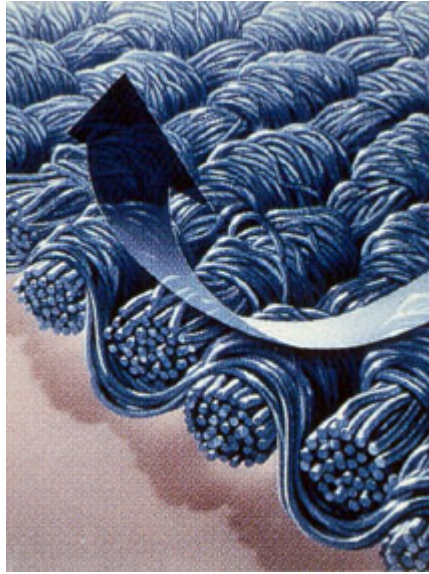
İpek, doğal elyafların içerisinde en ince olanıdır. Son 10 yıl içinde elyaf çapını önemli derecede azaltan yeni sentetik elyaflar piyasaya sunulmuştur. Bu liflerden yumuşak, esnek ve rahat, düşük ağırlıkta, dayanıklı, hızlı kuruyan ve canlı renklere sahip olan kumaşlar elde edilebilmektedir. Poliester mikro fiber ürünler önceleri sadece doğal lifler ile elde edilen bir estetik sunmaktadır. Mikro yapıdaki filamentler elyafın sertliğini beş kat azaltabilir; böylece rayon, pamuk veya ipek karışımları ile fazlasıyla yumuşak kumaş elde edilebilir. Bu kumaşların dökümlülüğü, sadece doğal elyaf kullanıldığı durumlardan genellikle daha fazladır.

Son yıllarda en önemli gelişmelerden bir tanesi de 1 denye den daha ince, mukavemetli düzgün filamentlerin eldesidir. İpekten bile daha ince olan bu filamentler endüstride süpernaturel adı ile anılmaktadır (Şekil 4.1). Fiziksel ve mekanik performansları çok yüksek olan bu filamentler çok özeldir.



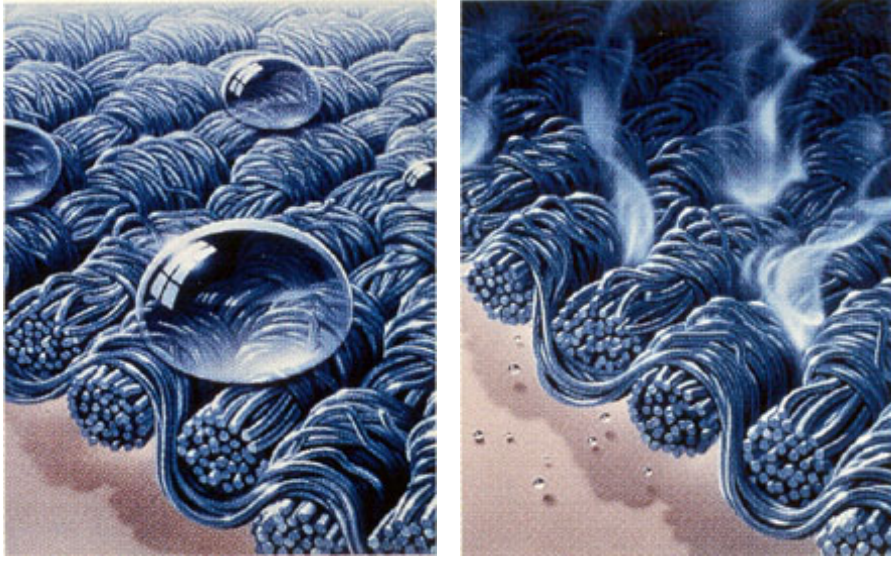
Şekil 4.1. Mikrolifin Boyutu [www.fibersource.com/f-tutor/micro.htm, 2005]

Dış giyimde kullanılan poliester esaslı ürünler dikkate alındığında, örneğin %100 mikro fiber dan yapılan bir yağmurluk veya ceket geleneksel kumaşlara göre daha hafif ve konforludur (Şekil 4.2). Küçük filamentler daha iyi bir bariyer etkisi sağlayarak, soğuk günlerde vücut sıcaklığının düşmesini önler [www.fibersource.com/f-tutor/micro.htm, 2005].



Şekil 4.2. Mikrolifler ile Dokunan Kumaş
[www.fibersource.com/f-tutor/micro.htm, 2005]

Liflerin ıslanmayan yüzeyi suyun damlacıklar oluşturmaya neden olur. Bu damlacıklar iplikler ve su arasındaki alandan daha geniş olduğu için dışarıda kalır ve bu etki, kumaşı daha ağır ve daha az nefes alabilen bir duruma getiren kimyasal işlem ya da kaplama işlemine gerek duyulmadan elde edilebilir. Bir başka deyişle, mikroliflerden yapılmış kumaş su tutmaz özelliği sağlarken aynı zamanda nefes alabilen bir yapıda olabilmektedir [Bulgun, Yeşilpınar ve Kayacan, 2004] (Şekil 4.3).



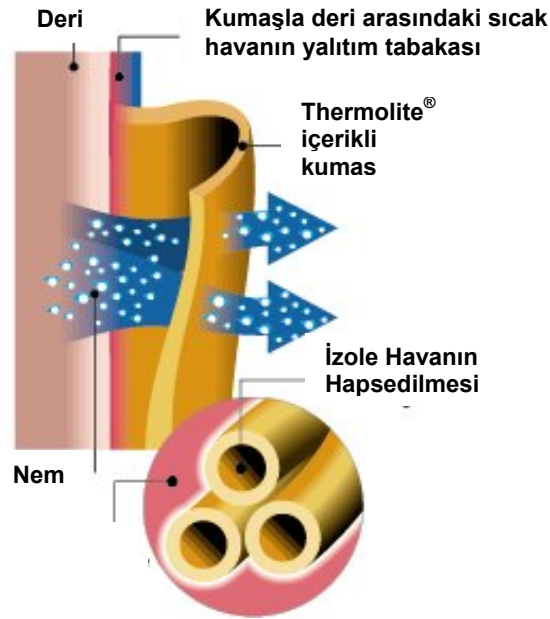
A. Mikroliflerin Su İtici Özelliği
B. Mikroliflerin Nefes Alabilme Özelliği

Şekil 4.3. Mikroliflerden Dokunmuş Kumaş Özellikleri
[www.fibersource.com/f-tutor/micro.htm, 2005]

4.1.1.2. Hollow (İçi Oyuk) Lifler

4.1.1.2.(1). Thermolite®

DuPont firması tarafından geliştirilen bir çeşit poliestere olan Thermolite® lifleri, kutup ayıların kürkünde bulunan, mükemmel bir yalıtım sağlayan, içinde binlerce küçük hava kesecikleri olan içi boş tüylerden esinlenerek üretilmiştir.



Şekil 4.4. Thermolite® Liflerinin Kesit Görüntüsü
[www.dupontsa.com/fibers/thermolite_base.html, 2004]

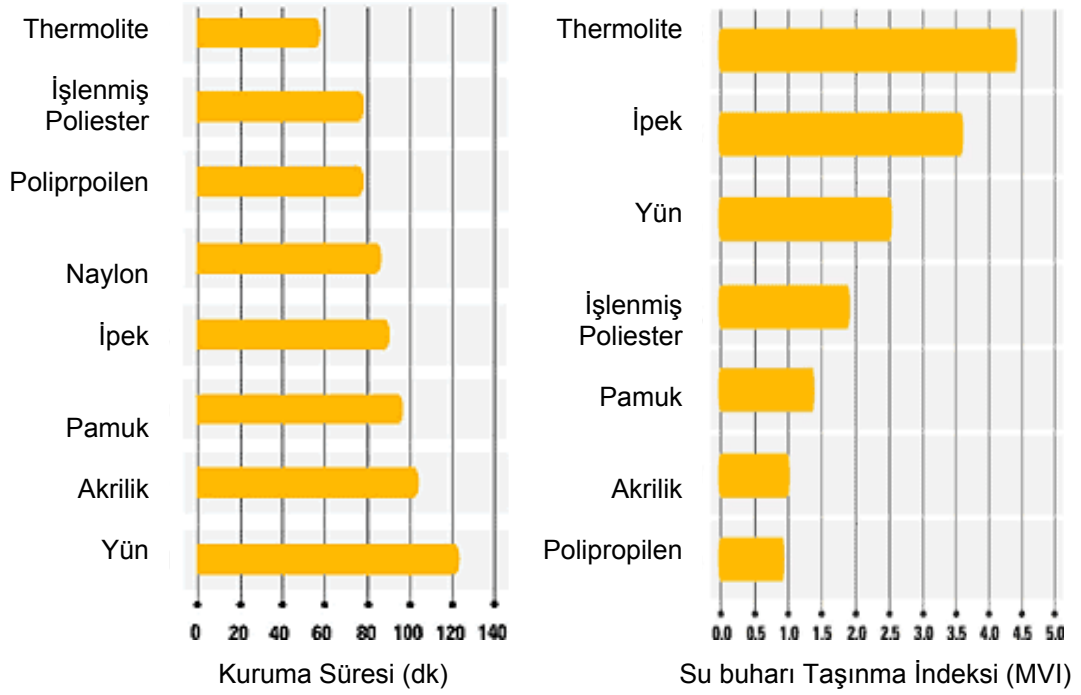
İçi boş çekirdekli lif teknolojisi hafif kumaşlarda bile en iyi ısı tutma özelliği sağlayabilmektedir (Şekil 4.4). Geniş yüzey alanı sayesinde nemi hızlıca deriden kumaş yüzeyine aktararak hızlı buharlaşmayı sağlar.

Soğuk havalarda sıcak ve rahat kalabilmek için en etkili yol vücut sıcaklığını koruyabilecek şekilde kalın giyinmektir. Fakat aktif olarak hareketli olunan durumlarda terleme olayı gerçekleşmektedir. Eğer nem deride kalırsa ya da giysiye geçerek giysinin ıslanmasına neden olursa üşüme hissedilmektedir. Bu yüzden nemi deriden uzaklaştıracak bir tabaka olması çok önemlidir. Thermolite® tabanlı kumaş bu görevi yerine getirerek kuru ve sıcak bir his uyandırır. Thermolite® sadece kumaşın alt katmanında değil orta tabakada da kullanılmaktadır.

Thermolite® liflerinin kullanım alanları aşağıdaki gibidir.

- İç giyim, çoraplar
- Koşu ve bisiklet taytları
- Balıkçı kazağı
- Fleece ve süeterler

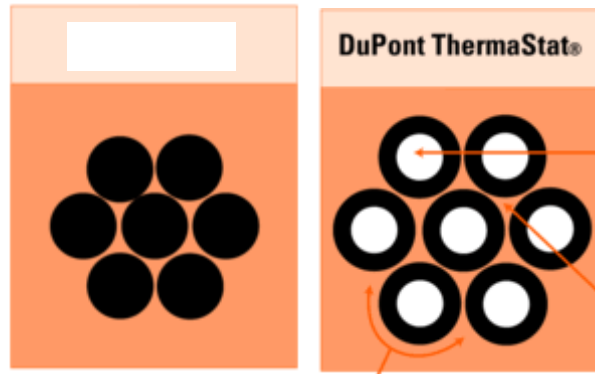
- Şapka, eldiven gibi aksesuarlar
- Dış giyim ve diğer ürünler için astar kumaş.



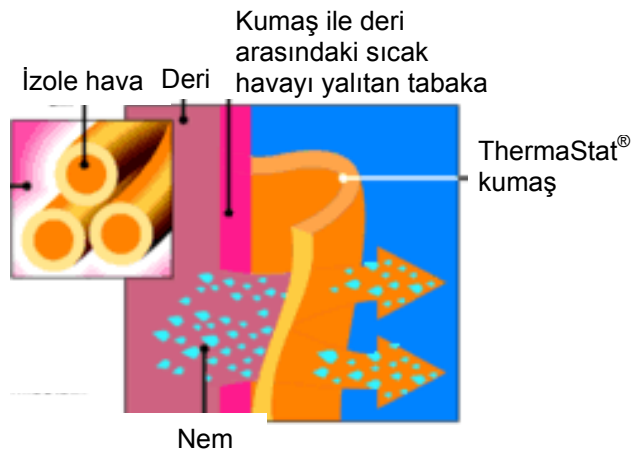
Şekil 4.5. Thermolite® Liflerinin Termal Özelliklerinin Diğer Liflerle Karşılaştırılması [www.dupontsa.com/fibers/thermolite_base.html, 2004]

4.1.1.2.(2). ThermaStat®

ThermaStat® lifi de DuPont firması tarafından geliştirilmiş olan ve Thermolite® lifi gibi içi oyuk bir polyester lifidir. Kesit şekli Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6. ThermaStat® Lifi ve Konvansiyonel Liflerin Kesit Şekli
[www.dupont.com/thermastat, 2004]



Şekil 4.7. ThermaStat® Lifinde Nem Transferi [www.dupont.com/thermastat, 2004]

ThermaStat® lifi pamuk lifine göre % 50 daha daha çabuk kurumaktadır.

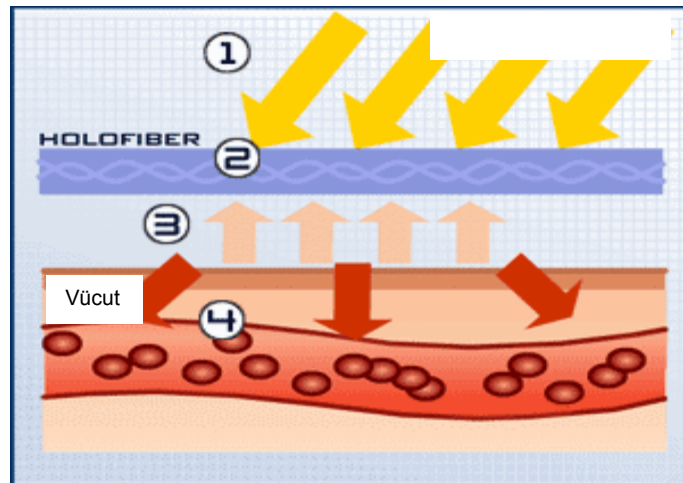
Thermastat® gömlekler, pantolon, iç giyim, kısa ve uzun çorap, eldiven, şapka, bere ve sırt çantalarında kullanılabilmektedir.

4.1.1.2.(3). Holofiber®

Hologenix firmasının geliştirdiği Holofiber® lifi içi oyuk yapıda bir filamenttir. Bu liflerle dokunan kumaşlar, kan basınç seviyesini %8-12 arasında tutup, özellikle streç kumaşlarda kullanılarak, kullanıcıya rahatlık sağlar.

Holofiber®'in kandaki oksijeni önemli oranda artırdığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Bu da kan devrinin ve dolayısıyla vücudun gücünün artmasına yol açmaktadır. Şeker hastaları için, deriye oksijen sağlama yönündeki bu gelişme yaraların iyileşmesini hızlandırırken, kan akışının artmasından doğan acıların ortadan kalkmasına da etki edebilecektir.

Şeker hastası olan insanlar için ise, deriye sağlanan bu oksijen takviyesi, egzersiz ve aşırı enerji düzeylerinin ardından genel kan dolaşımında hızlı bir düzelme sağlamaktadır. Şeker hastaları, vücutta kan dolaşımını azaltan duyu kaybı ve damar sertleşmesi gibi iki temel sorunla yüz yüzedir. Damar sertleşmesi, ayak ve bacak ağrısının yanı sıra yaraların iyileşmesinde sorunlara yol açmaktadır. Bunun başlıca belirtileri ayakların soğuk olması, yürürken bacakların ağrıya başlaması ve yatıp dinlenirken ayakların ağrmasıdır. Derinin üstüne veya yakınına giyildiğinde, Holofiber® mevcut ışığı ve vücut tarafından doğal olarak üretilen enerjiyi, vücudun kan dolaşımını ve oksijen düzeylerini iyileştirecek dalga boylarına dönüştürür [www.holofiber.com, 2005].



1. Atmosfer ışığının Holofiber® kumaşa çarpması
2. Holofiber®'in ışık enerjisini dönüştürmesi
3. Holofiber®'in vücut tarafından emit edilen enerjiyi dönüştürmesi
4. Vücuda yayılan dönüştürülmüş enerjinin oksijen iletimini artırması

Şekil 4.8. Holofiber Elyafı Yapısı [www.holofiber.com, 2005]

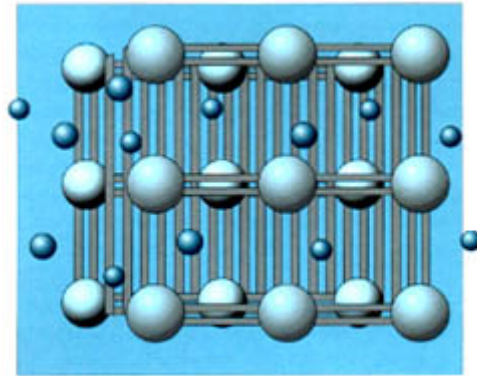
4.1.1.3. Diaplex®

Günümüzde hem su geçirmez özellikte hem de nefes alabilen tekstil materyallerinin üretimi oldukça zordur. Mitsubishi tarafından geliştirilen Diaplex® ürünü 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 mmH₂O su basıncı direnci ve 8.000 – 12.000 g/m²/24h nem geçirgenliği olduğu tespit edilmiştir [www.diaplex.com, 2004].

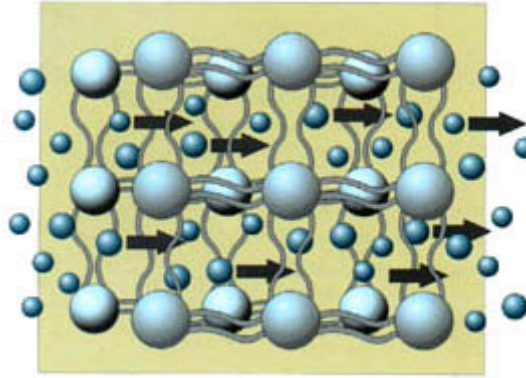
Diaplex® ultra ince gözeneksiz bir polimer membrandır. Mikro-Brownian denilen molekül hareketi (ya da termal vibrasyon) önceden belirlenen ısı aralıklarında meydana gelerek membranı oluşturan moleküllerin boş alan oluşturmalarını sağlar. Bu boş alan oluşumu dışarıdaki ısı arttığında ya da soğuk durumlarda 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 4.9).

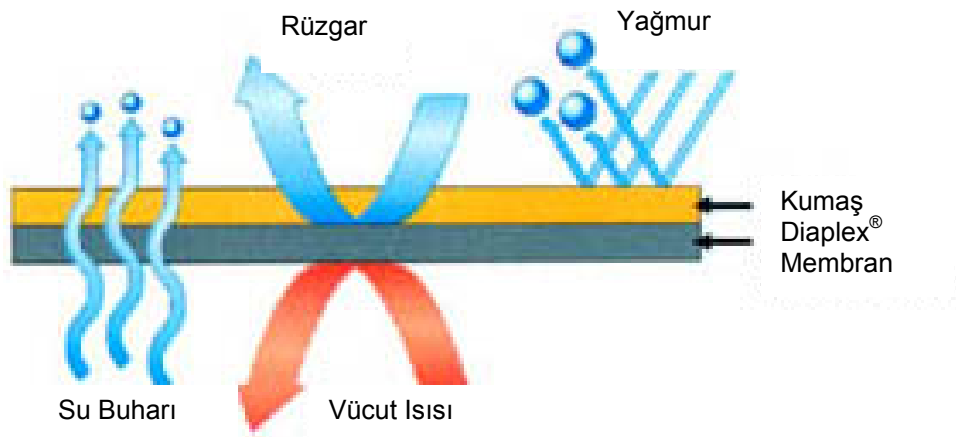


Şekil 4.9. Düşük Sıcaklıkta Polimer Molekül Yapısı [www.diaplex.com, 2204]

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 4.10).



Şekil 4.10. Çevre Isısı Arttığında Molekül Yapısı [www.diaplex.com, 2004]



Şekil 4.11. Diaplex®/Kumaş Ürününün Kesit Görünüşü [www.diaplex.com, 2004]

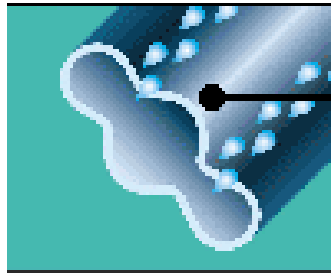
Diaplex®'in özellikleri aşağıdaki gibidir.

- **Elastiklik:** %200 elastiklik konforu artırır ve hareket özgürlüğüne izin verir.
- **Doku:** Hafif, ağır normal veya çok ağır kıyafetlerde kullanılabilir.
- **Dayanım:** Gözenekli olmayan yapısıyla ter, tuz ve yağın gözenekleri tıkamasına dirençlidir.
- **Rüzgara direnç:** Gözenekli olmayan yapısıyla rüzgara son derece dirençlidir.

- **Isı yalıtımı:** Dışarının havasına göre kendi kendini ayarlayabildiği ve yapısının gözenekli olmadığı için termal yalıtımı sağlar.
- **Su iticilik:** Mükemmel yüzeyi ile iyi bir su iticilik sağlar [www.diaplex.com, 2004; www.trediusa.com]

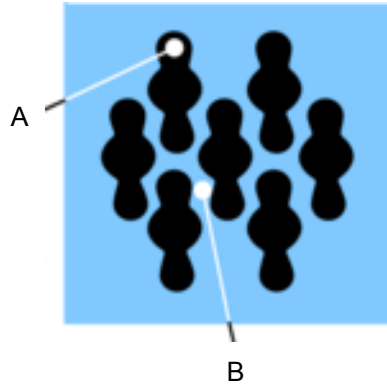
4.1.1.4. CoolMax®

1986'da DuPont firması tarafından bir çeşit poliestere lifi olarak piyasaya çıkarılan CoolMax® dayanıklı ve düşük pilling seviyeli olan kuru ve konforlu tutan bu özel elyaf çeşidi nemi vücuttan kolaylıkla uzaklaştırır.



Şekil 4.12. CoolMax® Filamenti [www.dupont.com/coolmax, 2004]

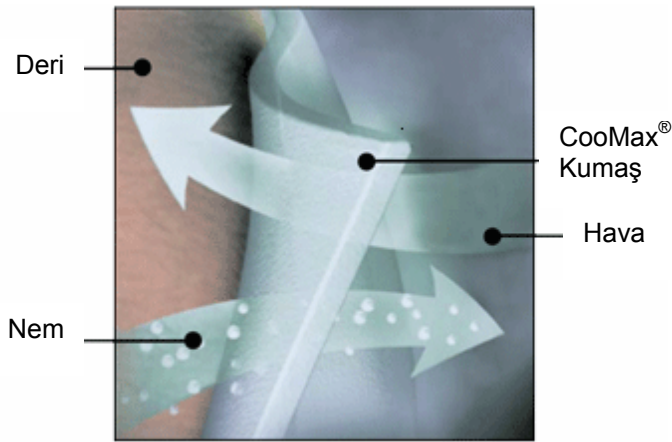
CoolMax® lif kesitinde görülen geniş yüzey bölgeleri (Şekil 4.13.A) sayesinde daha hızlı buharlaşma sağlanmaktadır. Filamentler arasındaki geniş boşluklar (Şekil 4.13.B) ise daha fazla nefes alabilirliğe olanak sağlamaktadır.



A. Geniş Yüzey Bölgesi
B. Filamentler Arasındaki Boşluklar

Şekil 4.13. CoolMax® Filamentlerinin Kesit Görünüşü [www.dupont.com/coolmax]

CoolMax® ile oluşturulmuş bir kumaşa nem transferi Şekil 4.14’de gösterilmektedir.

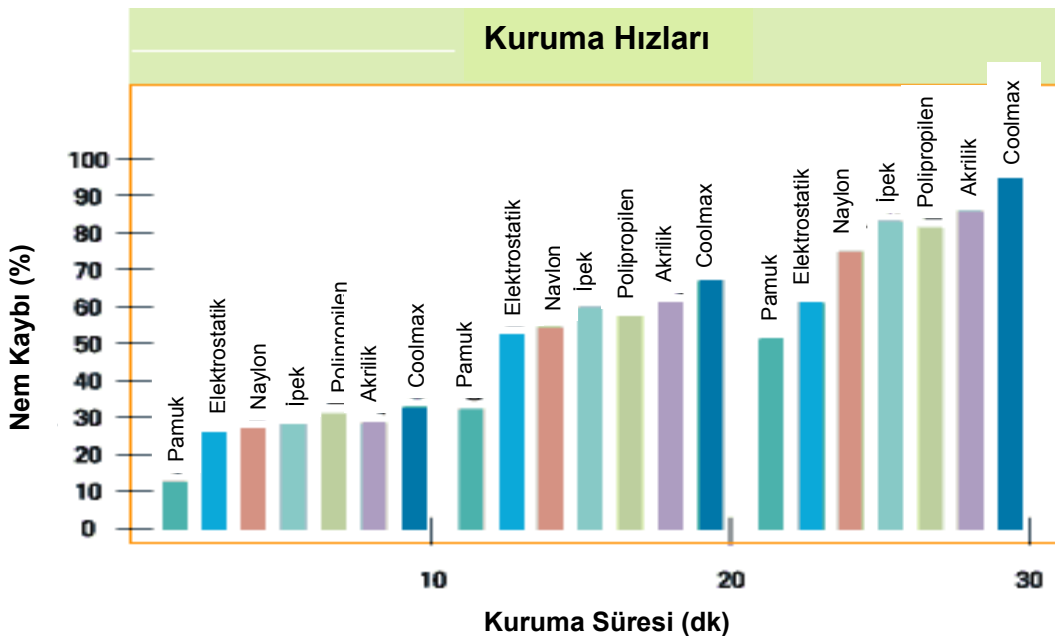


Şekil 4.14. CoolMax®'lı Kumaşa Nem Transferi [www.dupont.com/coolmax, 2004]

Nem transferi diğer kumaşlara oranla daha üstün olan CoolMax®'ın, vücut ısını ve kalp atışını düşük tuttuğu yapılan testlerle kanıtlanmıştır. En büyük özelliği, farklı kumaşların özelliklerini bir arada toplamasıdır. Bu sayede, performans halindeki sporcunun teri vücutta kurumadan kumaşın kendine has özelliğiyle emilmekte ve buharlaşarak, formanın ağırlaşması engellenmektedir. Bu özellik

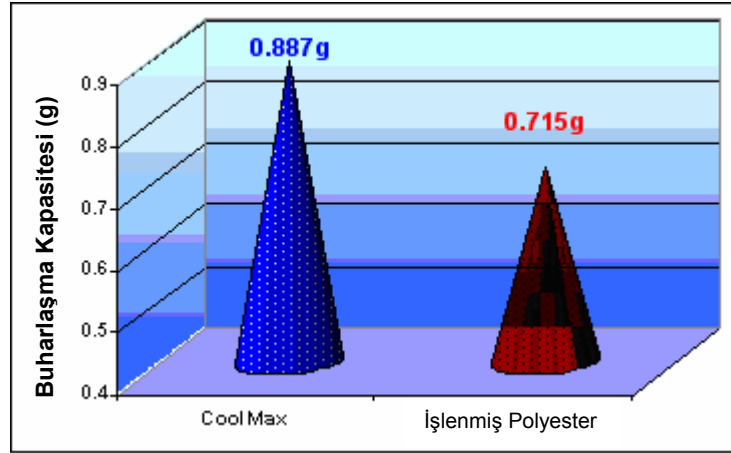
sayesinde sporcunun performansı, ter ve forma ağırlığı gibi etkenlerden kurtularak artmaktadır.

Şekil 4.15’de görüldüğü gibi Coolmax® elyafının kuruma özelliği diğer liflere göre kıyaslandığında, 30 dk sonunda kendisine en yakın lif % 86’dan bile az kuru iken, Coolmax® % 100 kuru hale gelmiştir [www.dupont.com/coolmax, 2004].



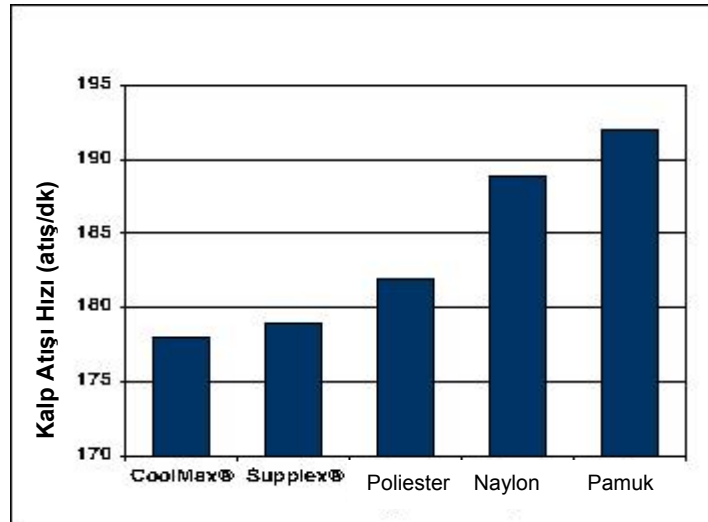
Şekil 4.15. CoolMax® Elyafının Kuruma Özelliğinin Diğer Liflere Göre Kıyaslanması [www.dupont.com/coolmax, 2004]

CoolMax® işlem görmüş poliestere göre 1000 saniyede % 24 daha fazla su buharlaştırmaktadır [www.dupont.com/coolmax, 2004].



Şekil 4.16. İşlem Görmüş Poliester ile Coolmax®'in Su Buharlaştırmalarının Karşılaştırılması [www.dupont.com/coolmax, 2004]

CoolMax® elyafının bir özelliği de termoregülasyona yardımcı olmasıdır. CoolMax® giyen bir kişinin kalp atış hızı pamuklu giyen bir kişiden 14 atış/dk daha az olmaktadır [www.tacwear.com/ images3/chart14].



Şekil 4.17. CoolMax® Elyafının Kalp Atış Hızına Etkisi [www.tacwear.com/ images3/chart14, 2004]

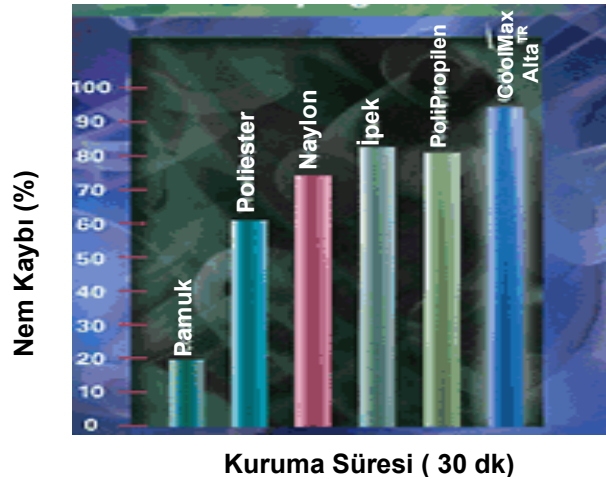
CoolMax® elyafının yüksek nem transferi, elleri kuru ve konforlu tutma, nefes alabilme, dayanım, esneklik ve yumuşaklık özelliği sayesinde golf eldiveni

olarak kullanım alanı bulmuştur. Şekil 4.18’de CoolMax® liflerinden yapılmış bir golf eldiveni görülmektedir.



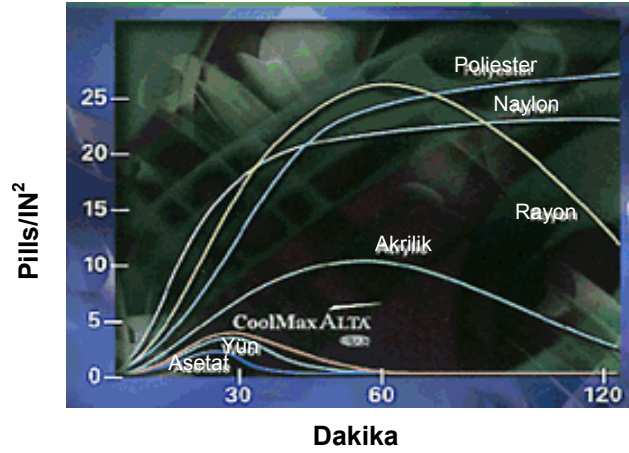
Şekil 4.18. CoolMax® Golf Eldiveni [www.dupont.com/coolmax, 2004]

CoolMax®’ın D3 Technology™ olarak adlandırılan, DuPont Differential Density™ Patentli bir ürünü daha mevcuttur. CoolMax Alta™ adlı bu ürünün de 30 dakikada kuruması diğer lifler ile kıyaslanmıştır (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. CoolMax Alta™ Elyafının Kuruma Özelliğinin Diğer Liflere Göre Kıyaslanması [www.dupont.com/coolmax/htm/rm-coolmax-alta.html, 2004]

CoolMax Alta™ çabuk kuruma özelliğinin yanında, pamuktan daha yumuşak bir tutuma sahip ve pillinglemeye çok dirençli bir yapıya sahiptir (Şekil 4.20).

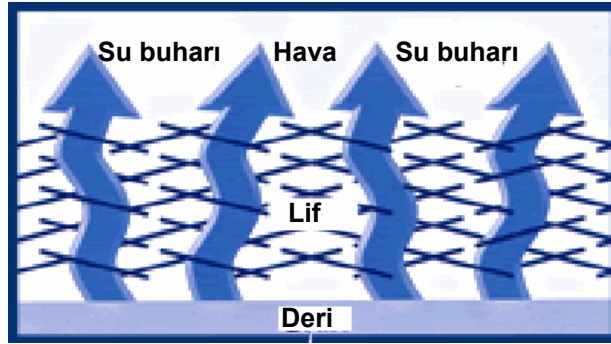


Şekil 4.20. CoolMax Alta™ Eğrilmiş İplikli Kumaşın Pilling Testi Karşılaştırması
[www.dupont.com/coolmax/htm/rm-coolmax-alta.html, 2004]

Şekil 4.20'de görüldüğü gibi, CoolMax Alta™ 'nin pillingleme özelliğinin polyester, naylon, rayon ve akrilik elyafından daha iyi olduğu anlaşılmaktadır [www.dupont.com/coolmax/htm/rm-coolmax-alta.html, 2004].

4.1.1.5. Comfortrel®

Wellman firması tarafından bir çeşit polyester lifi olarak üretilen Comfortrel® elyafı yüksek nefes alabilirlik özelliği ile ön plana çıkmaktadır. Bu elyafı üretilen kumaşta nem hem deri üzerinde kalmaz hem de kumaşı ıslatmaz. Deri sıcaklığı çok sıcak ya da çok soğuk olmaz. Patentli polimer modifikasyonu ve lifin fiziksel dizaynı ile kumaşa daha taze, yumuşak, serin bir etki sağlar. Comfortrel® tabanlı kumaşta nem transferi Şekil 4.21'de görülmektedir.



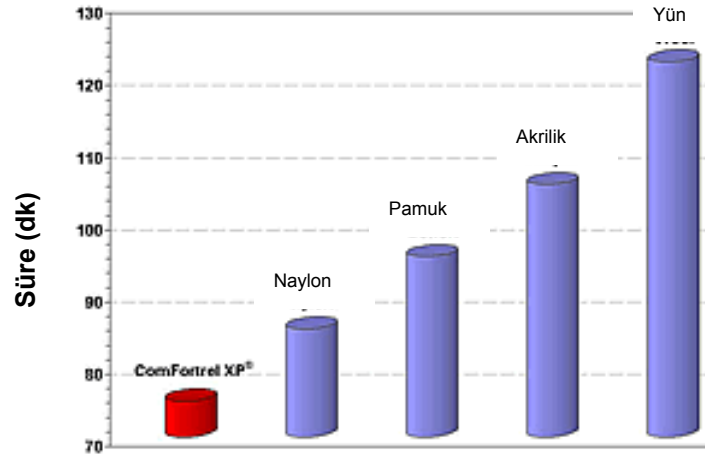
Şekil 4.21. Comfortrel® Elyafında Nem Transferi [www.wellmanwlm.com, 2005].

Çizelge 4.3. Comfortrel® Elyafının Özellikleri

Özellik	Değer
Mukavemet	3.7 g/d
Elastikiyet Modülü	2.3 g/d
Elastikiyet	% 55
Sıcak Havada Çekme	% 10

Comfortrel® lifinin özellikleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Comfortrel® poliesterin bir kopolimeridir. Kopolimer teknolojisi ile üretilen bu lifle yapılan kumaşın yumuşak bir tutumu, kolay boyanabilme özelliği, nem transfer etme özelliği, çok iyi bir aşınma dayanımı, boyutsal stabilite, çok iyi renk haslığı ve atmosferik boyanabilir özellikleri mevcuttur. Wellman’ın bu teknoloji ile üretilmiş diğer yeni nesil lifleri (Sensura®, ComFortrel Plus® ve Spunnaire®) de bu özelliklere sahiptir.

Şekil 4.22’de Comfortrel® elyafının diğer liflere göre kuruma süresi kıyaslanmıştır.

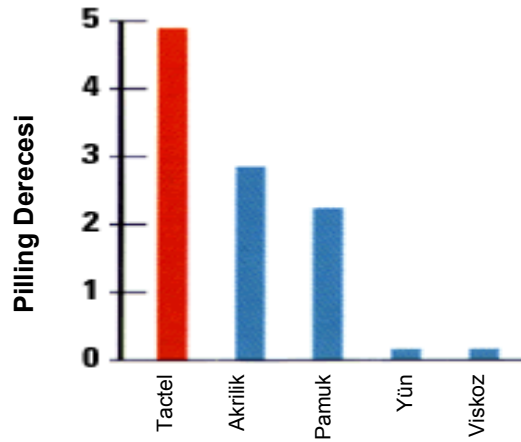


Şekil 4.22. ComFortrel® Elyafının Kuruma Süresinin Diğer Liflerle Kıyaslanması
[www.wellmanwlm.com, 2005]

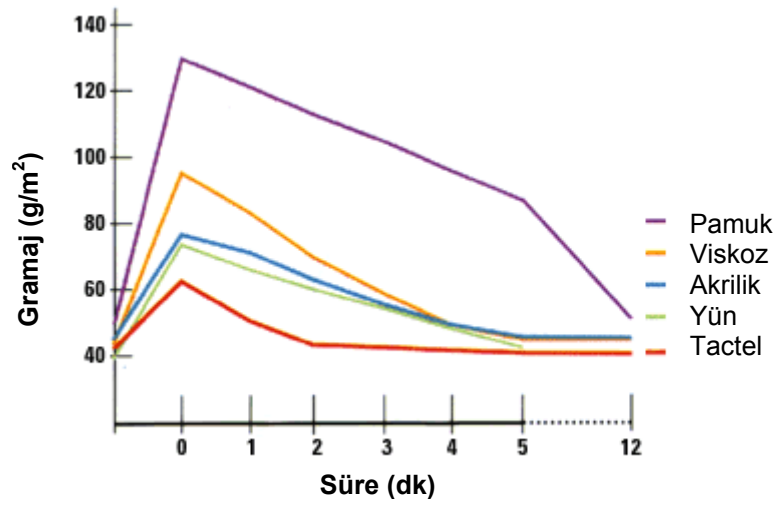
ComFortrel® elyafı; spor giysileri, çocuk giysileri ve iç giyimde kullanım alanı bulmaktadır [www.wellmanwlm.com, 2005].

4.1.1.6. Tactel®

Tactel® elyafı DuPont firmasının geliştirdiği bir nylon elyafı çeşididir. Parlaklığı ve yumuşaklığı ile daha çok örme kumaş olarak kullanım alanı bulmaktadır. Kolay şekil alabilme ve pillingenmeye özellikleri konvansiyonel ipliklere kıyasla daha iyidir (Şekil 4.23). Ayrıca çabuk kuruma özelliği ve kışın sıcak, yazın serin tutan nefes alabilme özelliği sayesinde kişiye rahatlık hissi sağlar. Kuruma süresinin diğer liflerle kıyaslanması Şekil 4.24’de verilmiştir.



Şekil 4.23. 7200 Devir Sonrasında Örgü Kumaş Pilling Karşılaştırmaları
[www.tactel.com, 2005]

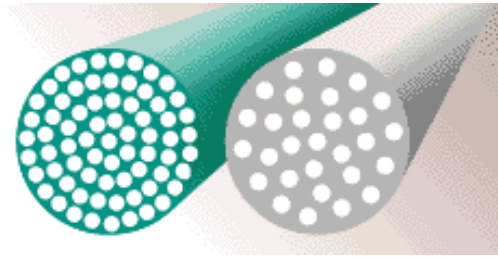


Şekil 4.24. Tactel® Elyafının Kuruma Süresinin Diğer Liflerle Kıyaslanması
[www.tactel.com, 2005]

Fitness, raket sporları, takım sporları, koşu, bisiklet ve aerobik egzersiz gibi dinamik hareket gerektiren spor dalları yüksek nefes alabilirliğe sahip kıyafetler gerektirir. Özellikle Lycra® elyafı ile birlikte kullanıldığında Tactel® bu alanlarda kullanım alanı bulabilmektedir [www.tactel.com, 2005].

4.1.1.7. Supplex®

Supplex® elyafı da DuPont'un geliştirdiği bir nylon çeşididir. Daha ince multifilament yapısıyla (Şekil 4.25) standart Nylona göre daha esnek, hafif ve yumuşak özelliklere sahiptir.



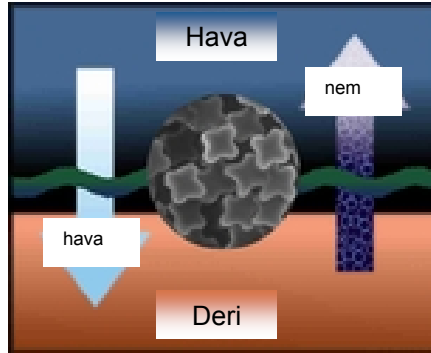
Supplex® Nylon Standart Nylon

Şekil 4.25. Supplex® Lifinin Kesit Şekli [www.invista.com, 2005]

Su tutmaz ve nefes alabilen yapısı sayesinde Supplex® elyafı Lycra® ile birlikte kullanıldığında yüzme giysileri, aktif spor giysileri, aerobik giysileri, tozluk ve taytlarda kullanım alanı bulmaktadır.

4.1.1.8. Coolplus®

Coolplus® elyafı vücuttaki nemi düzenleyebilen ve nefes alabilen fonksiyonel bir poliester lifidir. Lif yüzeyindeki mikro delikler yardımıyla teri deri yüzeyinden hızlıca absorbe edip, daha geniş bir alana aktarma, yayma, geçirme, vb. işlemlerle dışarı atarak kumaşın çabuk kurumasına sağlamaktadır (Şekil 4.26).



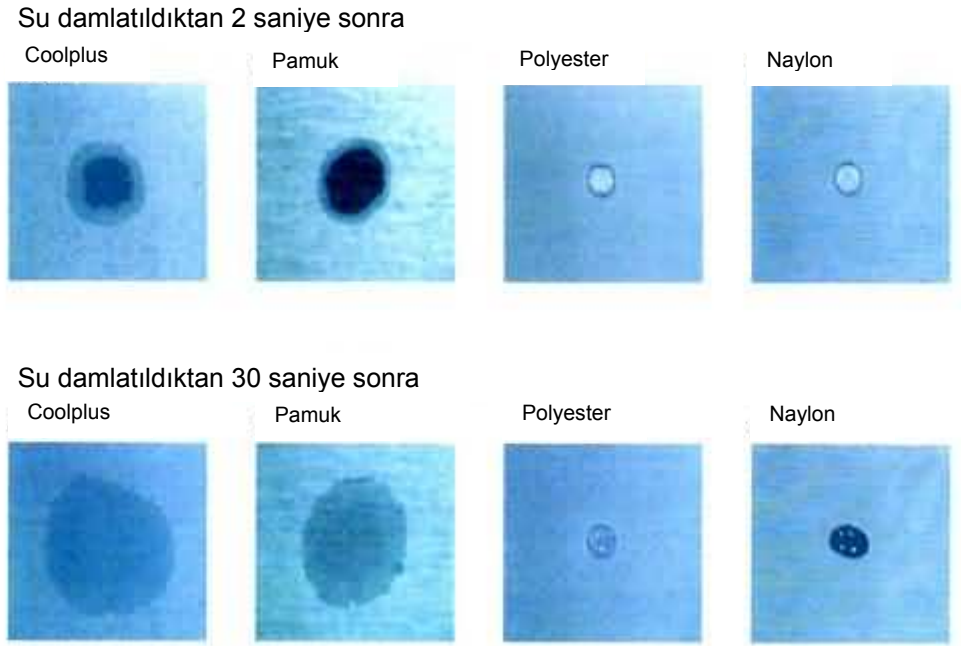
Şekil 4.26. Coolplus® Lifinde Nem ve Hava Transferi [www.cool-plus.com, 2005]

Aynı zamanda lifin hava geçirgenliği vücuttaki sıcak havayı dışarı bırakarak deriyi ferah ve serin tutmaktadır. Coolplus®'ın bazı özelliklerinin diğer liflerle kıyaslanması Çizelge 4.4'de verilmektedir.

Çizelge 4.4.. Coolplus® Lifinin Diğer Liflerle Kıyaslanması

Kumaş Tipi	Özellikler		
	Nem Düzenleme	Hava Geçirgenlik	Kullanım Kolaylığı
Coolplus®	Pamuğa göre % 12-74 daha yüksek difüzyon yeteneği ve % 11-47 daha yüksek kuruma etkisi.	Etkili hava geçirgenliği.	Kolay yıkama-kurutma, çekme dayanımı
Pamuk	Soğuk, ıslanınca vücuda yapışır.	Nemden dolayı lifler şişerek hava geçirgenliğini azaltır.	Çekebilir ve spiralleşir.
PET	Teri yayamaz.	Düşük	Kolay yıkama-kuruma
Nylon	Teri yayamaz, soğuk, ıslanınca vücuda yapışır	Düşük	Kolay yıkama-kuruma

Normal poliester kumaşa damlatılan su 30 saniye sonunda yayılmazken, Coolplus® kumaşa, normal poliesterde ölçülen yayılma alanından 20 kat fazla yayılma ve kuruma gözlenmiştir (Şekil 4.27).



Şekil 4.27. Coolplus® ve Diğer Liflerin Su Damlatıldıktan Sonraki Görüntüleri
[www.cool-plus.com, 2005]

Coolplus® elyafının kullanım alanları aşağıdaki şekilde verilebilmektedir.

- Spor giysiler
- İç giyim
- Günlük giysiler
- Çorap
- Şapka
- Eldiven vb. aksesuarlar

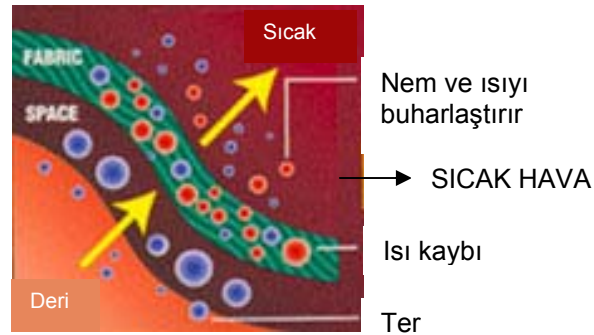
4.1.1.9. Akwatek® Poliester ve Akwadyne® Nylon

Akwatek® Poliester ve Akwadyne® Nylon, Comfort Technologies tarafından geliştirilmiş, termoregülatör olarak kullanılan yeni nesil liflerdir.

Kapılar harekete bağımlı olan kumaşların aksine bu liflerin fonksiyonunu gerçekleştirmesi için deriye yakın olmasına gerek yoktur. Akwatek® ve Akwadyne® elektrokimyasal transfer olarak bilinen bir kimyasal prensip ile nemi ve ısıyı transfer

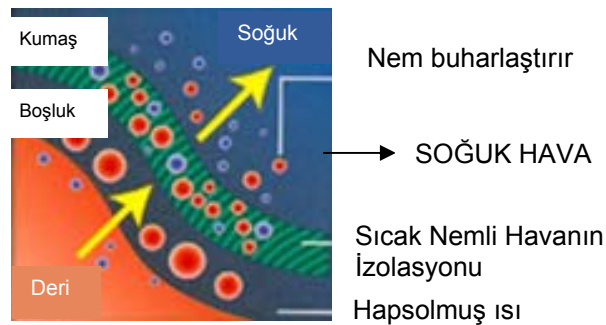
eder. Bu proses yıkama ile etkisi gitmeyen filamentin kimyasal yol ile modifiye edildiği bir yöntemdir.

Sıcak havalarda, elyaf elektrostatik olarak davranır, nemi ve aşırı ısıyı vücuttan kumaş yüzeyine aktarır. Kumaş kendi özelliklerini kullanıcıyı serin ve kuru tutmaya yardımcı olacak şekilde düzenler. Kullanıcı terledikçe kumaş nemi elektrostatik olarak atar. Vücut aktivitesi azaldıkça kumaş da buharlaştırma işlemini azaltır (Şekil 4.28).



Şekil 4.28. Akwatek Elyafının Sıcak Havada Nem Transferi
[<http://www.fabriclink.com/pk/akwatek/home.html>]

Soğuk havalarda, Akwatek® ve Akwadyne®, kumaş ile deri arasında bir sıcak hava tabakası oluşturarak ısıyı hapseder. Kumaş nem yayılırken tutulmuş ısıyı düzenler. Nemi elektrostatik olarak geçirir, tutulmuş havanın deriye geçen ısı kapasitesini artırır (Şekil 4.29).



Şekil 4.29. Akwatek Elyafının Soğuk Havada Nem Transferi
[<http://www.fabriclink.com/pk/akwatek/home.html>]

4.1.1.10.Mipán Aqua-F

Mipán Aqua-F lifleri nemi hızlı absorbe edebilen ve çabuk kuruyabilen bir lifdir. Bu lifler bu açıdan özellikle spor aktivitelerinde kullanılan giyim eşyalarında rahatlık sağlamaktadır.

Aqua-F liflerinin bu özelliğinin sırrı teri emmeyi maksimize eden ve giysinin yüzeyine taşıyarak hızlıca buharlaşmasını sağlayan lifin kesit alanıdır (Şekil 4.30). Aqua-F lifinin yüzey alanının diğer liflerden % 35 daha fazla olması bu lifin absorbe etme özelliğini artırmaktadır. Bunun yanında Aqua-F'nin giysinin deri ile temasını minimize eden dizaynı, aynı şartlarda diğer kumaşlara göre daha büyük bir avantaj sağlamaktadır.



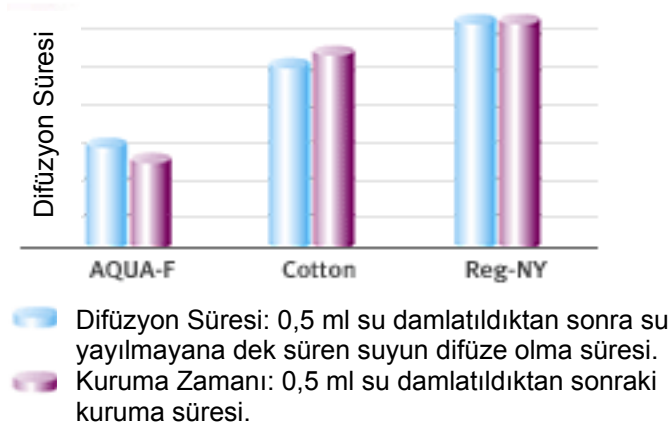
- A. Aqua-F'in Kesit Alanı
- B. Aqua-F'in Kesit Alanındaki Kılcal Borular
- C. Nemi Absorblama ve Kuruma

Şekil 4.30. Aqua-F Elyafı [www.mipan.co.kr, 2005]

Aqua-F elyafı konvansiyonel kumaşlardan daha iyi nem absorblamakta ve daha çabuk kurumaktadır (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. Aqua-F Lifinin Difüzyon Alanının Karşılaştırılması [www.mipan.co.kr]



Şekil 4.32. Aqua-F Lifinin Difüzyon Süresinin Karşılaştırılması [www.mipan.co.kr]

4.1.2. Antimikrobiyal Lifler

Günümüzde kullanılan Antimikrobiyal ve Antibakteriyel ürünler yıkamaya karşı hassastırlar ve belirli bir sayıda yıkamadan sonra fonksiyonlarını kaybederler. Bundan başka bazı bitim işlemleri insan sağlığı için tehlike arz eder; örneğin, insan sağlığı için gerekli olan ve deride bulunması sorunlu olan bakterilere de zarar verirler. Bu problemi çözmek için antimikrobiyal ve antibakteriyel özelliğe sahip lifler üretilmeye başlanmıştır. Söz konusu lifler, lif üretimi sırasında gerekli kimyasallarla muamele edilirler. Bu yolla kazanılan antimikrobiyal ve antibakteriyel

etki bitim işlemleri ile sağlanan etkiden çok daha iyi olmaktadır ve tekrar yapılmasına gerek yoktur.

Bazı sentetik polimer esaslı antimikrobiyal liflerin ticari isimleri ve üreticileri Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Ticari Antimikrobiyal Lifler [Ramachandran ve arkadaşları, 2004; Süpüren ve arkadaşları, 2006]

Polimer	Üretici	Ticari İsim
Poliester	Trevira	Trevira Bioactive Microsafe
	Montefibre	Terital SANIWEAR
	Brilen	Bacterbril
	Dupont	Coolmax Fresh FX
Poliakril	Accordis	Amicor
	Sterling	Biofresh
Poliamid	Kaneba	Livefresh
	R-STAT	R-STAT
	Nylstar	Meryl Skinlife
Polipropilen	Asota	Asota AM Sanitary
Polivinil klorid	Rhovyl	Rhovyl’s asAntibacterial
Rejenere Selüloz	Zimmer AG	Sea Cell Activated
Asetat	Novaceta	Silfresh

Sentetik ve rejenere lifler antimikrobiyal ve antibakteriyel amaçlı üretilmektedir. Antimikrobiyal ve antibakteriyel lifler genel olarak tıp alanında kullanılmaktadır. Hastaneler bakteri ve mikropların en çok bulunduğu ve hijyenin önemli olduğu yerlerdir. Cerrahlıkta ve tıpta tekstil materyallerinin uygulamaları, ameliyat ipliğinden kemik yerine geçen karmaşık bileşiklere, temizlik bezlerinden geliştirilmiş engelleyici kumaşlara kadar çok sayıda ve değişik türdedir. Bu alanlarda kullanılacak liflerin toksik, alerjik ve kanserojenik olmaması gereklidir. Ayrıca,

fiziksel ve kimyasal özelliklerinde herhangi bir değişim olmaksızın sterilize edilmelidir.

Liflere antibakteriyel özellikler, çeşitli kimyasal maddeler eklenerek verilebilir.

- Polimerizasyon reaksiyonu sırasında polimer modifikasyonu,
- Çekim işlemi sırasında özel bileşiklerin eklenmesi,
- Lifin son işlemleridir.

Lif elde edilirken, çözücü içerisine antimikrobiyal madde ilavesi yapılmaktadır. Bunların çözülmesi sağlandıktan sonra, sürekli karıştırılarak homojenliği sağlanır. Çözelti, oda sıcaklığında düzelerden püskürtüldüğünde, çözücü buharlaşır ve lif elde edilir. Kullanılan bakteriyostatik madde miktarı, hedeflenen mikroorganizmaya, ürünün tüketim süresine ve ürünün kompozisyonuna göre değişir. 300 ppm'den daha az uygulamalar pozitif bakterilerin kontrolüne yetmektedir. Pozitif ve negatif bakterilerin her ikisine de etki etmesi istendiğinde, en az 750-1000 ppm değerinde çalışılmalıdır. 3000-5000 ppm gibi yüksek konsantrasyonlar, kalın hücre duvarına sahip mantar ve maya hücrelerinin büyümelerin engel olmaktadır.

Polimer modifikasyonunun kullanımı, antibakteriyel lif eldesinde uygulanabilmektedir, ancak bu yaklaşım, özel Polimerizasyon tesisleri gerektirdiğinden pahalıdır. Antibakteriyel işlemin etkinliği ve dayanıklılığı, aditif ve lif yüzeyi arası bağın stabilitesine bağlıdır. Eklenen kimyasalın antibakteriyel etkinliği, pek çok faktöre bağlı olarak değişmektedir [Kut ve Orhan, 2005]. En önemlileri;

- Çözünürlüğe veya dispers olabilirliğe bağlı olarak, lif içerisindeki aditif konsantrasyonu,
- Adisyon fazı veya lifin termofiksaj adımı sırasında aditifin termal stabilitesi,
- Lif ve aditif arasındaki kimyasal bağların stabilitesi,
- Solvent ve/veya deterjanlara dayanımı,
- Lifin içerisinden yüzeye migrasyon kapasitesi,
- Toksisite ve işlem maliyeti gibi faktörler de düşünülmelidir.

Kimyasal maddelerin lif içerisinde ya da üzerinde ya da üzerinde insolubalizasyon uygulanan kimyasal yöntemlerden biridir. İnsolubalizasyon, sentetik ya da rejenere lifler için eğirme banyosuna kimyasal maddelerin eklenmesiyle ya da doğal ve sentetik liflerin çözelti ile emdirilmesiyle başılır. Bu, lif üzerinde suda çözünmez ya da az çözünür kimyasal madde varlığını sağlar.

Geniş spektrumlu antimikrobiyal etkinlik, akrilik, nylon, polivinil klorid, selüloz asetat, polipropilen ve polietilen liflerine çeşitli azot bileşiklerinin ya da kuru eğirme banyolarında % 0,5-2'lik insolubalizasyonu ile kazandırılır. 5 nitrofurfural, 5-Nitro 2-Furfuriliden 3-Amino 2-Okzalidon vb. kullanılır. Selülozikler, karboksilik ve sülfonik asit grupları eklenerek katyonik germisitlere daldırılması gibi değişik bir yol izlenerek modifiye edilir.

Antibakteriyal özelliklerin verilmesi amacıyla organik ya da inorganik aditiflerin sentetik ya da rejenere liflere eklenmesi yaygın uygulamaya sahiptir ve Antibakteriyal lif üretiminde yarı kalıcı ya da kalıcı organik maddeler de yaygın olarak kullanılır.

Antibakteriyel lif üretmenin üç yolu vardır:

- Antibakteriyel bileşenleri lif yapısına aşılama,
- Antibakteriyel bileşikler tekstil terbiyesi sırasında eklemek,
- Antibakteriyel maddelerin ekstrüzyon sırasında sentetik liflere eklemek.

Antimikrobiyal lifler, genellikle tıbbi amaçlı olarak kullanılmaktadır. Tıp, sağlık ve hijyen alanları, bugün tekstil endüstrisinin önemli ve gelişmekte olan bölümüdür. Bu alanlarda kullanılacak liflerin toksik, alerjik ve kanserojenik olmaması gereklidir. Ayrıca fiziksel ve kimyasal özelliklerinde herhangi bir değişim olmaksızın sterilize edilmelidir [Kut ve Orhan, 2005].

Antibakteriyel lifler, dokusuz tekstil yüzeyinde olduğu kadar geleneksel tekstil yapılarında da kullanılmaktadır. Burada antibakteriyel lif içeriği istenen işleve bağlı olarak % 15 ile % 100 arasında değişmektedir.

Geleneksel tekstil yapılarında antibakteriyel lifler, çoraplarda, iç giyimde, spor giyimde, ayakkabı astarlarında, kilimlerde ve banyo keselerinde kullanılır.

Dokusuz yüzey uygulamaları ise, ıslak mendil yatak takımları, filtreler, ayak giyimi ve kişisel temizlik ürünleridir.

Antimikrobiyal kullanımı üç alt sınıfa ayrılabilir (Devrent ve Yılmaz, 2004):

- a) Tekstil malzemesini kullanan ya da giyen kişinin, koku çıkaran bakterilere karşı korunması ya da hastalık yapıcı ya da asalak mikroorganizmalara karşı korunması,
- b) Tekstil malzemesinin, küf ve çürüme oluşturan mantarların neden olduğu biyolojik bozunmadan korunması,
- c) Tekstil malzemelerinin ve bunu giyenlerin ya da kullananların zararlı böceklerden korunması.

4.1.3. Güç Tutuşan Lifler

Günümüzde yangınlar ve çıkış sebepleri ile ilgili kazalarda bir artış gözlenmektedir. İnsanların kendilerini ve ailelerini korumak için gösterdikleri hassasiyet en yüksek noktaya ulaşmıştır ve bu tip dramatik kazaları önlemek için yetkilileri her türlü tedbirlerin alınmasını sağlamaya zorlamıştır.

Kazalardan korunmak için gerekli ilk adım tehlike henüz başlamadan önceki tehlike alarmlarıdır. Yangın alarmları ya da duman detektörleri yangına karşı koyma ya da sonlandırma konusunda bir şey yapamazlar, fakat insanları oluşabilecek tehlikelere karşı uyarırlar. Halka açık alanlarda kullanılan materyallerde alev geciktirici özellik gerekliliği uzun zaman önce tespit edilmiş ve kanunlarla yasallaştırılmıştır. Son zamanlarda evlerde alev geciktirici materyallere olan talep artmıştır ve gittikçe daha önemli olmaya başlamıştır. Evlerde kullanılan çeşitli elektrikli cihazlar ev tekstil ürünleri ile birlikte potansiyel bir tehlike oluşturmaktadırlar. Bu sebeple yangın ihtimalini azaltmak hatta önlemek için sadece kumaşların değil dolgu ve dikiş ipliklerinde de alev geciktirici özellik olmalıdır.

Tekstillere güç tutuşurluk özelliği kazandırmak için yapılan kimyasal modifikasyon, üretimlerinin çeşitli aşamalarında uygulanabilmektedir:

- a. Polimerizasyon adımı; belli fosfor ve/veya halojen içeren komonomerlerin, lif oluşturma polimeri içine eklenmesiyle,
- b. Lif çekimi sırasında; belli modifiye edici maddelerin lif çekim çözeltisi içine ve lif çekim banyosuna eklenmesiyle,
- c. Doğal, rejenere ve sentetik liflerin ve kumaşların, güç tutuşurluk bitim işlemini de içeren, yüzey modifikasyonu [Kutlu, 2002].

4.1.3.1. Güç Tutuşur Poliester Lifleri

Hem fosfor içeren hem de brom içeren güç tutuşurluk maddelerinin Poliester üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Fosfor bileşiklerinin etkisi hem sıvı/katı fazda hem de gaz fazındadır. Ancak fosfor içeren Trevira T271 (Hoechst), gaz fazlı etki gösteren brom içeren Dacron 900F (Du Pont)'ye göre daha düşük performans göstermektedir. Polifosfonat içeren Heim (Toyobo Co.) lifleri de bazen bromlu liflerden daha az etki göstermektedirler [Kutlu, 2002].

Diğer ticari ürünler arasında, Spectran (Monsanto) ve GH (Toyobo) lifleri bulunmaktadır. Poliester için kullanılan önemli güç tutuşurluk maddeleri: trifenil fosfinoksit 3,5-dibromtereftalat, dekabromdifenileter, tribromdifenil'dir. Ayrıca Mobil Chemical tarafından üretilen Antiblaze 19 adında oligomerik siklik yapısındaki madde de oldukça etkili, dayanıklı, zehirsiz ve hidrolitik dayanıma sahip bir güç tutuşurluk maddesidir [Kutlu, 2002].

Ayrıca metilen-bis (akrilamid) ve düşük molekül ağırlıklı vinil fosforik asit- etilen glikol-ester kombinasyonu da PES üzerinde etkili bulunmuştur [Kutlu, 2002].

Sentetik liflerde güç tutuşurluk, güç tutuşurluk maddelerinin lif üretimi sırasında monomerlere eklenip kopolimerizasyon yapılmasıyla elde edilmektedir [Kutlu, 2002].

Securelle® DupontSa'nın yüksek performans sergileyen bir markasıdır. Dacron elyafından yapılmıştır ve yüksek alev geciktirici özelliğe sahiptir. Hem umumi hem de özel evlere yönelik döşemecilik pazarında büyümeyi hedeflemektedir. Tüm emniyet standartlarına uygun olmakla birlikte nihai üründe yumuşaklık, şıklık ve performanstan ödün vermemektedir.

Securelle® kumaşlar ateşten uzaklaştırıldıkları anda kendi kendine sönme özelliği gösterirler. Alman standardı DIN 4102 B1 ve B2, Fransız standardı NFP M1, İtalyan standardı Classo Uno ve İngiliz standardı BS 5867 Part 2, B ve C ve BS 7175 gibi bazı ana standartların gerekli gördüğü şartlara uygundur.

Elyafın içinde bulunduğundan dolayı Securelle®'nin alev geciktirici karakteristiği kalıcıdır ve yıkanarak ya da kullanılarak bu özelliğini kaybetmesi mümkün değildir. Bu sebeple pamuklardaki gibi çevreye zararlı apre maddelerinin kullanılmasına gerek kalmamaktadır.

Securelle® kumaşların yapımında kullanılan Dacron poliester elyafı iplikçiler, kumaş üreticileri, tasarımcılar ve nihai tüketiciler için önemli ve çok yönlü kullanılabilen bir elyaf seçeneği sunmaktadır. Alev geciktirici bir yüksek teknoloji ürünüdür ve elyafın estetik özelliklerini negatif yönde etkilemez. Bu ürün elyaf veya filament halindedir. Elyaf olarak 1,5dtex/38mm veya 3,3dtex/60mm özelliğindedir. Düz ve yalancı bükümlü tekstüre iplik olarak boyanmamış 78/34 dtex bulunmaktadır. Ayrıca 167/68dtex olarak da yalancı bükümlü ve hava jetli tekstüre iplik olarak boyanmamış, paket boyalı veya siyah polimer boyalı bulunmaktadır.

Securelle® kumaşlar mükemmel bir kullanım karakteristiği gösterir. Işığa ve yıkamaya karşı renk haslığı yüksektir. Kısa ve düşük sıcaklıkta yıkanır, geri kazanılabilir ve zararsızdır (Öko tex Standard 100) [www.dupontsa.com/securelle].

4.1.3.2. Güç Tutuşur Viskoz Lifleri

Viskoz lifinin güç tutuşurluk işlemi için; halojen, azot ve fosfor içeren maddelerin her biri kullanılabilir. Viskoz lifleri , lif çekim banyosuna uygun bir maddenin katılmasıyla güç tutuşur yapılabilir. Viskozun yıkamaya dayanıklı güç tutuşurluk işlemi için en etkili olanın fosfazen türevleri olduğu bulunmuştur

Durvil, n-propoksifosfazen ($[PNCI_2]_n + PrONa \rightarrow [PN(OPr)_2]_n$) kullanılarak Avtex tarafından üretilmiş bir güç tutuşur viskoz kesikli lifidir. %3,3 fosfor içermektedir. Tablo 1.14'de Durvil lifinin TPP değerleri verilmiştir

Sandoz firması, viskoz lifleri için oldukça etkili ve ticari adı Sandoflam 5060 olan, bis-(2-thiono-5,5 dimetil-1,3,2-dioksofosforinayl)oksit kimyasal yapısındaki bir güç tutuşurluk maddesini üretmiştir. Bu maddenin viskoz liflerinde oldukça etkili olduğu bulunmuştur.

%100 FR viskoz liflerinin askeri giysilerin takımlarında ve dış giysilerinde kullanılması önerilmemektedir. İtfaiye giysilerinde kullanımı için 40/60 viskoz/yün karışımının daha etkili olduğu bulunmuştur.

%5 Kevlar ; %30 Nomex ve %65 Lenzing FR viskoz lifi karışımından üretilmiş olan Karvin; giysi konforu, koruma ve sağlamlık gibi giysi özelliklerinin optimum kombinasyonuna sahiptir. Diğer önemli karışımlar, FR viskoz/yün ve FR viskoz/aramid karışımlarıdır [Kutlu, 2002].

4.1.4. Yüksek Performanslı Lifler

Tekstilin hammaddesini iplik, ipliğin hammaddesini ise lifler (elyaf) oluşturmaktadır. “Elyaf” sözcüğü terminolojik olarak analiz edilecek olursa, Arapça “lif” sözcüğünün çoğulu olup “lifler” anlamına gelmektedir. Lif ise genel anlamı ile bir ipliği, bir kağıt tabakasını ve genel olarak her çeşit maddeyi meydana getiren ince uzun eleman olarak tanımlanabilir. Hem kimyasal hem de doğal "klasik" lifler halen teknik tekstillerde kullanılan tüm organik liflerin % 95'inden fazlasını kapsamaktadır (cam, mineral ve metal lifleri haricinde).

Bunların birçoğu karışım ve çok bileşikli ürünler olarak birleştirilerek mukavemetlerinin, uzunluklarının, inceliklerinin, yüzey özelliklerinin, terbiye maddelerinin ayarlanması ile oldukça özel kullanım alanlarına uygun hale getirilmiş ve uyarlanmışlardır. Ancak yüksek performanslı lifler olarak isimlendirilen lifler 1980'li yılların başında ortaya çıkmışlar ve teknik tekstillerin gelişimine önemli ve çarpıcı katkılar yapmışlardır.

Yüksek performanslı liflerin ortaya çıkışı tekstilde yeni pazarlar açılmasına sebep olmuştur. Sıradan liflerle karşılaştırıldığında çok pahalı olan bu lifler genelde kullanıldıkları yerlerde ikame malzemelere göre daha yüksek performans, hafiflik v.s. gibi özelliklere sahip oldukları için tercih edilirler. Normal lifler ile

karşılaştırıldıklarında bu lifler oldukça pahalı ve kar payı yüksek lifler olarak tanımlanırlar. Bu liflerin üretimi ve tüketimi genel olarak Avrupa, Amerika ve Japonya ile sınırlı kalmıştır. Japonya'daki üretim ve gelişmeler diğer ülkelere nazaran daha hızlıdır.

Bu sektörün gelişimi de muhtemelen bugüne kadar olan durumdan çok daha hızlı olacaktır. En büyük gelişmelerin seramik ve ultra yüksek mukavemetli ve modüllü polietilen liflerinde olması beklenmektedir. Ayrıca koruyucu elbiseler endüstrisi ve fiber optik kablo uygulamalarında p-aramidlerin pazar payını artıracığı düşünülmektedir [Emek, 2004].

Çizelge 4.6. Yüksek Performanslı Liflerin Özelliklerine Göre Gruplandırılması [Emek, 2004]

Özellik	Uygun Lif Tipi
Mukavemet ve Sertlik	P-aramid, cam elyafı, karbon, polietilen, inorganik ve aromatik kopolimerler
Isıya Dayanma	M-aramid, PTFE, inorganikler
Isıya Dayanma+Mekanik Performans	Karbon, seramik
Kimyasallara Direnç	PTFE
Diğer Özel Kullanımlar	Cam elyafı (optik lif)

Yüksek performanslı liflerin metal ve ağır malzemelere nazaran avantajları vardır. Bunlar yüksek mukavemet, yüksek modül, hafiflik, ısıya ve kimyasallara karşı dayanım gibi özelliklerdir.

Yüksek performanslı liflerin diğer önemli kullanım alanları da koruyucu elbiseler, gemi halatları ve endüstriyel kumaşlar gibi alanlardır. Yüksek performanslı liflerin üretimindeki gelişmeler ve ilerlemelerin sonucunda tekstil ve hazır giyim sektörleri ile birlikte diğer kullanım alanlarındaki uygulamalarda yakın zamanda önemli gelişmeler söz konusudur. Bulunduğumuz çağın karmaşık ürünlerinin üretiminde beklenen performans ve işlevlerin sağlanabilmesi için yüksek

performanslı elyafların kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle yüksek teknolojiyle üretilen bu tür elyafların pazarının önemli oranda büyüyeceği tahmin edilmektedir.

2023 ve sonrasında AB, ABD ve Japonya'nın dünya sentetik elyaf üretimindeki payı miktar olarak %10 civarına düşerken, değer olarak bununla kıyaslanamayacak kadar yüksek bir oranda olacaktır. Çünkü, bu ülkelerin ucuz standart polyester, polipropilen gibi elyaf ve ipliklerin üretimini büyük ölçüde terk ederek, tamamen yeni nesil yüksek performanslı, büyük olasılıkla selülozik bazlı, özel elyaf geliştirmeye yönelecekleri ve bunu başaracakları öngörülmektedir [Emek, 2004].

Çizelge 4.7. Kullanıcı İçin Temini Mümkün Olan Yüksek Performanslı Lifler ve Mekanik Özellikleri [Emek, 2004]

Yüksek Mukavemetli Yüksek Modüllü Organik Lifler	Yüksek Kimyasal ve Yanma Dirençli Organik Lifler	Yüksek Performanslı İnorganik Lifler	Çok İnce ve Yeni Lifler
Para-aramidler [örneğin Kevlar (HX) ve Twaron] Polibenzobistiazol (PBT)	Meta-aramidler (örneğin Nomex ve Conex) Kynol Inidex Okside akrilik lifleri, (panok) Diğerleri: Aromatik polimerler	Karbon Seramik Bor Tungsten Alumina (Saffil) Yüksek modüllü silikon karbid & silikonitür v.b.	Mikro lifler (incelik <0,5dtex) Güneş enerjisini emen lifler (solar alfa) Isıya duyarlı lifler Kokulu lifler Antibakteriyel lifler (Aseptik kloro lifleri) İçi boş lifler Antistatik güç tutuşur lifler v.b.
Çok yüksek molekül ağırlıklı polietilen (Dyneema ve Spectra) v.b.	Polieter eterketonlar, PEEK (Vicatex) Polieter ketonlar PEK Poli <i>p</i> -fenilen sülfür, PPS (Ryton), Politetrafloretilen, PTFE		
	Lenzing P84		

4.1.4.1. Aromatik Poliamid (Aramid) Lifleri

Aramid “Aromatik polyamidler” den imal edilen liflere verilen genel isimdir. Polyamidler uzun zincirli polimerlerdir ve aromatik halkaları (benzen halkaları) altı karbon atomundan, birbirine ve farklı hidrojen atomlarının farklı kombinasyonlarına bağlandığı moleküler yapılardır [Gök, 1995]. Çizelge 4.8’de belli başlı aramid üreticileri ve ürün isimleri bulunmaktadır.

Çizelge 4.8. Aramid Ürün İsimleri ve Firmaları [Gök, 1995]

Aramid Ürünü	Ticari İsmi	Üretici Firma
M-aramid	Apyeil	(Unitika/Japan)
	Nomex	(Du Pont/ USA)
	Teijinconex	(Teijin/Japan)
P-aramid	Kevlar 29	(Du Pont/ USA)
	Kevlar 49	(Du Pont/ USA)
	Kevlar HM	(Du Pont/ USA)
	Kevlar HT	(Du Pont/ USA)
	Twaron	(Akzo / W.Europe)
	Twaron HM	(Akzo / W.Europe)
Kopolimer lif (p-tip)	Technora	(Teijin/Japan)

4.1.4.1.(1). Polimer Eldesi

Aramidlerin ana polimerlerinin en önemlileri şunlardır:

1. Poli-m-fenilenizoflalmid (MPIA), meta tipi liflerin üretiminde kullanılır.
2. Poli-p-fenilen-taraftalamid (PPTA), para tipi liflerin üretimde kullanılır.
3. Poli-p-fenilen 3,4-difenilent para tipi kopolimer liflerin üretiminde kullanılır [Güla, 2004].

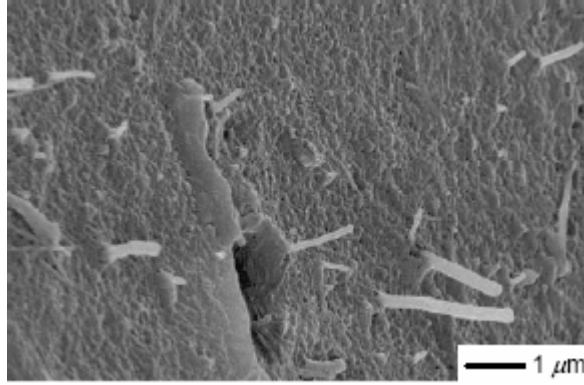
4.1.4.1.(2). Aromatik Poliamid (Aramid) Liflerinin Özellikleri

Aramid lifi de cam ve karbon lifi gibi yüksek performanslı lifler olarak bilinir. Aramid lifinin kullanımının artmasındaki en önemli özellikler, iyi sıcaklık stabilitesi (uzun süreli aynı çalışma sıcaklığı) ve kimyasallara karşı mukavemet ve elastik modüllerdir [Güla, 2004].

4.1.4.2. Karbon Lifleri

Karbon kömür ve organik bileşiklerin ana elementini oluşturan ametaldir. Simgesi C'dir. Karbon lifi kimi "öncü" liflerden, özellikle selülozik ve akrilik liflerden ısı-mekanik işlemlerle elde edilen karbon flamanıdır. Taş kömürü tortusundan ve polimit, yani aromatik poliamid, polibenzimidazol gibi ısı kararlı bir çok polimerden elde edilir; bunlar düşük yoğunluk eşliğinde ısı, sürtünmeye ilişkin ve mekanik nitelikler bakımından çok ilginç ayırt edici özellikler gösterir.

Selülozik liflerden karbon lifi üretme yöntemleri şu dönüştürme mekanizmalarını gerektirir: Suyu fiziksel olarak geri bırakma (25–150 °C); glukoz birimlerden su giderme (150- 240⁰ C); glukozit köprülerinin koparılması (240–400 °C); aromatikleştirme (400⁰C'nin üstünde). Akrilik lifleri karbon liflerine dönüştürmek oldukça karmaşık bir işlemdir. İşlemler 200–300 °C'de yükseltgeme; 1100–1500 °C'de karbonlaştırma; 2800 °C'de grafitleştirme olarak sıralanabilir. Şekil 4.33'de poliestер/Karbon nano lif kompozitinin lif çekiminden önce alınmış SEM görüntüsü verilmektedir.



Şekil 4.33. Lif çekiminden önce Poliester/Karbon Nano Lif Kompoziti
[www.ptfe.gatech.edu, 2004]

Karbon liflerinin en önemli özelliği düşük yoğunluk eşliğinde gösterdikleri sağlamlıktır. Bu bakımdan çeliklerden çok daha üstündürler. 1100–1500 °C’de karbonlaştırmayla elde edilen yüksek dayanımlı karbon lifleri belli bir mikro gözenekliliğe sahip lifin eksenine doğrultusunda yönelen çok küçük kristallerden oluşur. Son yıllarda reçinelerin ve metallerin pekiştirilmesi için karbon liflerinin kullanılması olağan üstü sağlamlıkta karma malzemelerin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Geliştirilmiş dayanım, sertlik ve düşük yoğunluklarıyla yüksek performanslı karbon lifleri son gelişmelerden birisidir. Bu lifler normal sıcaklıklarda elastiktir, bu sayede bu liflerin sürtünme direnci yüksektir ve çabuk yorulmazlar. Karbon lifleri güçlü oksidasyon ortamları ya da erimiş metallerle etkileşim haricinde kimyasal olarak ilgisizdirler. Karbon liflerinin olağanüstü termofiziksel özellikleri ve mükemmel sönümlenme karakteristikleri vardır. Buna karşın, bu liflerin bazı kusurları vardır. Bu lifler gevrek, çarpma dirençleri ve kopma uzamaları düşüktür ve genleşme katsayıları çok küçüktür. Pahalı malzemelerde bulunurlar, bu yüzden maliyet fiyatının temel faktör olmadığı alanlarda kullanılır. Ama son zamanlarda üretim tekniklerinin gelişmesi ile bu liflerin fiyatları düşmeye başlamıştır.

Karbon liflerinin kullanıldığı iki ana sektör vardır. Bunların birincisi uzay-havacılık ve nükleer mühendisliği içeren yüksek teknoloji sektörü, ikincisi segman, dişli, kam pervane bıçağı vs. ve otomobil gövdesi gibi teknik parçaları üreten bir mühendislik sektörüdür [Güla, 2004].

4.1.4.3. Kompozitler

Yüksek performanslı kompozitlerin diğer materyallerde olmayan belirgin dayanım ve hafiflik özellikleri vardır. Kompozitler bir matris materyali ve bir kuvvetlendirici elyaftan oluşur. Matris materyalleri olarak plastikler (termosetler, poliester veya fenolikler), metaller ve karbon; elyaf olarak da cam lifi, silikon karbit lifleri, poliester ve nylon lifleri ve yüksek performanslı karbon ve aramid lifleri kullanılır. Son yirmi beş yılda cam lifleri kuvvetlendirici elyaf olarak yeni bir materyal jenerasyonu getirirken, daha ucuz kuvvetlendirici elyafların geliştirilmesi ile belki ileride maliyeti düşürücü faydalar da göstereceklerdir.

Hibrid kompozitleri ultra-yüksek modüllü polietilen (UHMPE) ile karbon, kevlar 49 ve E cam lifleri kullanılarak da hazırlanabilir. Bu hibrid kompozitlerin UHMPE'nin yüksek enerji absorpsiyon yeteneği ile karbon liflerinin yüksek sertlik ve mukavemet özelliklerini birleştirmiştir.

Bir başka hibrid kompozit tipi de iki farklı matris materyalinin kullanıldığı daha sert, hasar ve gerilme konsantrasyonuna daha toleranslı kompozitlerdir. Bunlarda her bir elyaf demeti arasına ince ve yüksek uzama katsayılı bir reçine tabakası yerleştirilmiştir (sertliği ve mukavemeti arttırmak için). Her kat, elyafı ve epoksi matrisi ile yüksek sıcak-yaş performansı gösterir [Güla, 2004].

Kompozit lif üretiminde nanopartiküllüler (kil, metal oksitler, karbon), grafit nanolifler (GNF) ve karbon nanotüpler (CNT) gibi küçük ölçekli dolgular kullanılır. Küçük ölçekli dolgu malzemelerin ana işlevi iletkenlik ve antistatik tepkimeler gibi fiziksel özellikleri geliştirmek ve mekanik dayanıklılığı artırmaktır. Geniş yüzey alanlarına bağlı olarak bu nano dolgu malzemeleri polimer matrislerle daha iyi bir etkileşime sahiptirler. Polimer matrisler içinde dağılmış olmakla bile nanopartiküller, kompozit liflerin dayanıklılığını ve aşınma direncini arttırabilir; nanolifler polimer matrislerden gerilimi yok edebilir ve gerilme gücünü arttırabilirler. Kompozit liflerin özellikleri daha başka fiziksel ve kimyasal performanslar kullanılan nano dolgu malzemelerinin spesifik özellikleri ile çeşitlendirilir. Nano dolgu malzemelerinin mekanik ve kimyasal yaklaşımlarla polimer matrislerinin

içindeki dağılımı nano yapılandırılmış kompozit liflerin kalitesini artıran en önemli durumlardan biridir.

Kil, metal oksitler, karbon gibi bazı dolgu malzemeleri yıllardan beri kompozit malzemelerde mikro dolgu malzemeleri olarak öncelikle kullanılmış olmasına rağmen, bunların ebatlarını nanometrik alanda küçültmek daha yüksek performansla sonuçlanmış ve pazarın ilgisini çekmiştir [Qian ve Henistroza, 2004].

4.1.5. Elektrik Akımını İleten Lifler

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 yalıtın 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. Tekstil kumaşlarının iletkenliğini değiştirme doğrultusundaki ilk yaklaşım metalik tellerin ve ince metalik bantların kullanımıdır. 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. 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:

- a. 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.
- b. 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 yönlerinden bazıları şunlardır:
 - Elektrik iletkenliği çok hassas olarak kontrol edilebilmektedir,
 - Elektriği ileten materyallerin üretimi çok karmaşık değildir,
 - Tek bir işlem safhası ilave edilmektedir.

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. Yukarıdaki metotların dışında belirli elektriksel

özellikleri kazandırmak için alışılmış sentetik tekstil liflerinin modifikasyonunu hedefleyen çalışmalar vardır. En önemlilerinden bazıları aşağıdadır [Vassiliadis, Provatidis, Prekas ve Ranguss, 2004]:

a. Elektroiletken bileşiklerin tozuyla doldurulmuş polimerler:

Liflerin içerisinde 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 büyük 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.

b. 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.

c. 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 dezavantajıdır. Böylece onun uygulaması esas olarak karbon ve grafit lifleri ile sınırlıdır.

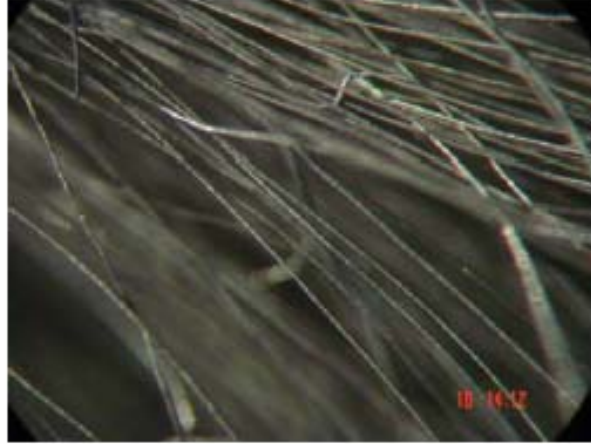
d. Kimyasal kaplama:

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 dezavantajıdır. 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 4.34 elektriği ileten metalize akrilik lif bandının mikroskop altındaki resmini göstermektedir. Liflerin metalik yüzeyi gelen ışığı yoğun bir şekilde yansıttığı için parlaktır [Vassiliadis, Provatidis, Prekas ve Ranguss, 2004].



Şekil 4.34. Metalize Akrilik Liflerinin Mikroskobik Görüntüsü

4.2. Bitim İşlemleri ile Elde Edilen Akıllı Tekstiller

4.2.1. Antimikrobiyal Bitim İşlemi

Mikroorganizmaların tekstil materyali üzerinde gelişerek üreyebildikleri uzun yıllardan beri bilinmektedir. Bakteri, mantar, küf gibi en önemli mikroorganizmalar, insan vücuduyla temas halinde bulunan bütün tekstil mamullerinde, sıcaklık ve nemin varlığında etkili ve hızlı bir biçimde çoğalmaları için ideal koşulları bulmaktadırlar.

Özellikle hastanelerde ve okullarda, insanların sağlığı ve rahatı için çevreyi mikroorganizmaların neden olabileceği tehlikelere karşı kontrol altına almanın gereksinimi ortaya çıkmıştır. Bundan başka bütün giysiler ve ev tekstilleri, örneğin çoraplar, spor giysileri, çalışma elbiseleri, yatak takımları, yer kaplamaları gibi normal günlük kullanımda hijyenik problemlerle karşı karşıyadır. Bu nedenlerden dolayı, antimikrobiyal uygulamalara gerek duyulmuştur.

Pamuk gibi doğal elyaf, mikrobik üremelere sentetiklerden daha fazla maruz kalır, çünkü doğal elyafın hidrofilik gözenekli yapısı, suyu, oksijeni ve besin maddelerini tutarak bakteriyel büyüme için mükemmel bir ortam sağlar [Devrent ve Yılmaz, 2004].

4.2.1.1. Mikroorganizmaların Etkileri

Mikroorganizmalar, soluduğumuz havada, vücudumuzda, toprakta ve temas ettiğimiz bütün yüzeylerde bulunabilmektedirler. Uygun şartlar sağlandığında bu organizmalar üreyerek hızla çoğalmaktadırlar. Gelişmeleri için gerekli olan şartlar ise; bir beslenme kaynağı (organik malzemeler; C, O, N, S), yeterli sıcaklık ve yeterli nem oranıdır.

Mikroorganizmalar, bir miktar nem ve uygun gıda varlığında gelişmeye başlar ve ideal koşullar altında, mikrobik büyüme çok hızlı gelişir, zor koşullar altında ise varlığını devam ettirir. Tek bir bakteri ile başladığında, yaklaşık 9 saat sonra 6 milyar bakteri meydana gelmektedir ve bu da yeryüzünde yaşayan insanların sayısına eşittir. İnsan vücudu ile yakın temas halinde bulunan mikroorganizmalar, büyüme için ideal koşullar; nem, sıcaklık ve besin bulurlar.

Mikroorganizmaların üremesi ve gelişmesi sonucu tekstil ürünlerinde temizlemelere rağmen giderilemeyen koku problemleri ortaya çıkabilmektedir. Bu kokunun şiddeti küf kokusundan şiddetli amonyak kokusuna kadar değişmektedir. Mikrobiyal üreme ayrıca kötü lekelerin oluşumuna ve renk değişimine ve ayrıca bazı elyafların bozunmasına neden olabilmektedir. Hijyen açısından bakıldığında ise; patojenik (hastalık yapıcı) mikroorganizmaların veya mikropların üremesi hastalıkların ve enfeksiyonların yayılmasına neden olmaktadır.

Mikrobik saldırı, bazı olumsuz etkilere sahiptir. Sadece kötü kokular değil, küf lekeleri de meydana gelebilmektedir. Bakteriler, insan terini, karboksilik asit, aldehit ve aminler gibi bazı kötü kokulu maddelere dönüştürmektedirler. Mikroorganizmalar tekstil materyallerine aplieden kimyasal maddelere de etki ederek, tekstil materyallerinin renginin bozulmasına ve elastikiyet veya mukavemet gibi fonksiyonel özelliklerinin kaybolmasına neden olmaktadır. Mikroorganizmalar, boyama, baskı ve bitim işlemleri sırasında viskozitenin düşmesine, fermantasyon ve küf oluşumuna sebep olarak üretim proseslerine olumsuz etki etmektedirler.

Mikroorganizmaların başka önemli bir etkisi de alerjik hastalıklardır. Küf mantarları ve dust mitelerin salgıları alerjik hastalıklar ortaya çıkardığı

ispatlanmıştır. Aspergillus tipi küf mantarlarının akciğer hastalıklarına neden olduğu bilinmektedir.

Antimikrobiyal korumalı ürünlere karşı artan talep kullanılan antimikrobiyal maddenin güvenliği hakkında sorular sorulmasına neden olmuştur. Dünya üzerinde mikroorganizmaları öldüren yüzlerce, hatta binlerce kimyasal bulunmaktadır. Bunlardan birçoğu arsenik, kurşun, kalay, civa, gümüş, bitki ekstraktı ve hayvansal ekstraktlar gibi doğal maddelerdir, fakat çoğu uygulamada insan ve çevreye karşı toksik olabilmektedirler. Bunun için tekstil endüstrisinde kullanılacak bir antimikrobiyal madde sadece mikroorganizmaları öldürmekle kalmamalı, aynı zamanda insan ve çevre bakımından güvenli olmalı, tekstil materyallerinin diğer özelliklerini negatif yönde etkilememelidir [Devrent ve Yılmaz, 2004].

4.2.1.2. Antimikrobiyal Maddeler ve Çalışma Mekanizmaları

İnsanların bin yıldır doğal maddeler kullanarak hastalıklarla mücadele etmesine rağmen ve yüzyıldır bakteri ve mikropların hastalıklara neden olduğu bilinmesine rağmen, antimikrobiyal maddeler sadece 20. yüzyılda üretilmeye başlanmış ve tekstil materyallerine eklenmeye başlanmıştır.

Antimikrobiyal ürünler çeşitli endüstri alanlarında çok uzun yıllardan beri kullanılmaktadır. Fakat son yıllarda tekstil materyallerinde Antimikrobiyal uygulaması giderek önem kazanmıştır. Antimikrobiyal madde, mikroorganizmaları öldüren veya üremelerini önleyen madde olarak tanımlanabilmektedir. Bakteri, küf, maya ve mantarlar başlıca mikroorganizmalardır.

Antimikrobiyal (Antibakteriyel ve antifungal) kumaşlar, son yıllarda özellikle cerrahi giysilerde, bebek giysilerinde, iç çamaşırlarında, vb. çok büyük önem kazanmışlardır. Bütün dünyada mikrobik enfeksiyon tehlikesi nedeniyle artan bir ilgi vardır.

Bazı ticari antimikrobiyal kimyasallar Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Ticari Antimikrobiyal Maddeler ve Üreticileri
[Ramachandran, Rajendrakumar, Rajendran, 2004]

Ticari isim	Üreticisi
Ultrafresh	Thomsan Research Associates
AEGIS	Rossari's Fabshield
Tinosan AM 100	Ciba Speciality Chemicals
Sanitized AG	Clariant
Reputex 20	Avecia's Purista
AEM 5772	Devan

Antimikrobiyal maddelerin hepsi aynı mekanizma ile etki göstermemektedir. Bu nedenle doğru seçim yapabilmek için kullanılan antimikrobiyaller arasındaki farklılıkların anlaşılması gereklidir.

Antimikrobiyal uygulamalar aşağıda belirtilen özelliklerine göre birbirleri ile farklılık göstermektedirler [Devrent ve Yılmaz, 2004].

- Kimyasal yapılarına,
- Kalıcılıklarına,
- Etkinliklerine,
- Toksikliklerine,
- Güvenliklerine,
- Maliyetlerine.

Antimikrobiyal apreler başlıca iki kategoride değerlendirilebilmektedir. Yüzey ile bağ yapabilenler ve yapamayanlar. Bu terimler antimikrobiyal aprenin uygulandığı tekstil materyali yüzeyine kimyasal olarak bağlanabilme kapasitesi ile ilgilidir.

Antibakteriyel maddeler, bakterileri öldüren (bakterisidler) veya çoğalmalarını, gelişmelerini veya aktivitelerini engelleyen (bakteriostat) kimyasal maddelerdir. Bu fonksiyonları tamamıyla yerine getiren en önemli bileşikler aşağıdaki gibidir [Devrent ve Yılmaz, 2004].

- Fenol ve türevleri,
- Alkoller,
- Metaller,
- Oksidasyon maddeleri,
- Halojenler,
- Biquanidinler,
- Isothiazolonlar,
- Amonyum bileşikler,
- Kitin ve Kitosan,
- Zeolitlerdir.

Temelde antimikrobiyal maddeler mikroorganizmalar üzerinde iki değişik şekilde etki eder.

Geleneksel dayanıksız antimikrobiyal tipi tekstil malzemesini terk eder ve zehir etkisi yapan mikroorganizmalara katılır ya da bunlarla tepkimeye girer. Geleneksel olmayan bağlı antimikrobiyal madde tekstil yapısına bağlı kalır ve fiziksel olarak zarı yırtar ve mikroorganizmayı elektrik vererek öldürür.

Geleneksel antimikrobiyal maddeler genelde etkindir ama çalışma sürecinde belirlenemeyen zamanlarda tükenirler ya da atılırlar.

Bazı şirketler geleneksel antimikrobiyal teknolojiyi liflere uygular ve antimikrobiyalın yararlı ömrünü uzatmak için akmayı azaltırlar ya da bu maddeleri kimyasal binderlere eklerler.

Geleneksel antimikrobiyal maddeler life de eklense, kimyasal binderlerle de yapıştırılrsa, basitçe bitim işlemlerinde kumaşlara da eklense işlevleri aynı kalacaktır. Her durumda geleneksel antimikrobiyal teknolojileri bir öldürme alanı ya da mikroorganizma faaliyetlerini ve çoğalmasını engelleme bölgesi oluşturacaktır. Bu alan, işlem görmüş malzeme çevresindeki antimikrobiyal maddenin aktığı ya da yöneldiği bölgedir. Geleneksel antimikrobiyal maddelerin öldürme ya da engelleme etkisi AATCC 147 testi ile belirlenmektedir [Devrent ve Yılmaz, 2004].

Bazı antibakteriyel maddeler, doğal durumda kullanılan ya da sentetik olarak üretilen bir sodyum alüminyum silikat inorganik bileşiği olan Zeolit bazlıdır.

Sentetik ve doğal Zeolitler, simetrik dizilmiş alüminyum ve silikat tetrahedralı hidratlanmış alüminyum silikatlarıdır. Bu eksi yüklü, açık ve stabil petek yapısı oluşturur. Boşluklardaki eksi yükler sodyum gibi artı yüklü iyonlarla (katyonlarla) nötrleştirilir. 150'nin üzerinde zeolit yapı tipleri belirlenmiştir. En basit sentetik Zeolit, bir silikat, bir alüminyum, bir sodyum katyon moleküler oranına sahip Zeolit A'dır [Devrent ve Yılmaz, 2004].

Simetrik, doğal zeolit yapısı çok daha fazla karmaşıktır ve grafik biçiminde kolay gösterilemez. Grafik zeolit yapılarının yalnızca bir gösterimi olarak sunulmuştur. İyon değişim teknolojisi ile geliştirilmiştir. Çeşitli katyonların doldurduğu 3 boyutlu iskelet yapısına sahip alüminyum silikat çatının büyük oranda oluşturduğu zeolitte katyonlar antimikrobiyal gümüş iyonları ile başarılı bir şekilde yer değiştirir. Gümüş, uzun zamandan beri bakteri yetişmesi için etkili bir inhibitör olarak bilinmektedir. 650'nin üzerinde bakteri, maya, mantar ve küf türü, gümüşün antimikrobiyal özelliklerine karşı hassastır. Laboratuvar deneylerinde gümüş iyonu, hastalık ve koku nedeni olan birçok bakterinin % 99,99'luk kısmını yok etmiştir. Kanebo firmasının Backtekillers adlı ürünü Zolitin, gümüş, çinko ya da bakır gibi metaller ile birleştiği bir örnektir.

Giderek daha yaygın kullanım kazanan başka bir antimikrobiyal madde de birçok hijyen ürününde kullanılan bir fenol türevidir olan Triklosan'dır. Triklosan, 2,2,4'-Triklor-2'-hidroksi difenil ya da 5-Klor-2- (2,4-diklorfenoksi) fenol olarak bilinen bir difenileter (bis-fenil) türevidir. Yapısı ile, çeşitli bis-fenil poliklorin ve bis-fenil klor fenol bileşikleriyle ilgilidir. Ciba tarafından üretilir. En çok mikroba R ismi ile bilinir (Microban Products Co., Huntersville, N. C.). Çeşitli lif ve tekstil yapılarında bulunabilir. Antimikrobiyal ürünlerin en çok bilinenidir. Life eklenmesi en yaygın kullanım yöntemidir. Triklosan, hücre duvarlarına sızmak ve hücre duvarlarını bozmak için elektrokimyasal etki kullanarak mikroorganizma gelişmesini engeller. Hücre duvarları delindiği zaman önemli metabolitler sızarak ve diğer duvar işlevleri engellenir. Böylece organizma işlevlerini yerine getiremez ve çoğalamaz. Triklosan, bir polimerin yapısına katıldığı zaman yüzeye göç eder ve burada bağ yapar. Suda çözünür olmadığı için yüzeyden akmaz ve bariyer ya da blok etkisi ile yüzeye temas halindeki bakteri gelişimini engeller.

Triklosan içeren lifler Synthetic Industries (olefin), Sterling Fibers (akrilik) ve Cydsa (akrilik) ve birkaç diğer asetat, olefin ve akrilik lif üreticilerinden elde edilir. Poliester ve selüloz içeren kumaşlar için de bitim işlemleri mevcuttur.

Biguanitler, tekstil uygulamaları için Zeneca tarafından üretilmiştir ve ReputexR ticari ismi ile bulunabilirler. Tekstil terbiye işlemleri selülozik lifler üzerinde iyi çalışır ve lif halinde AcordisR'den ve pamuklu kumaş halinde Kendall Health CareR'den elde edilebilir. Birkaç diğer üretici kumaş bitim ürünü olarak Reputex içeren ürünler geliştirmektedir.

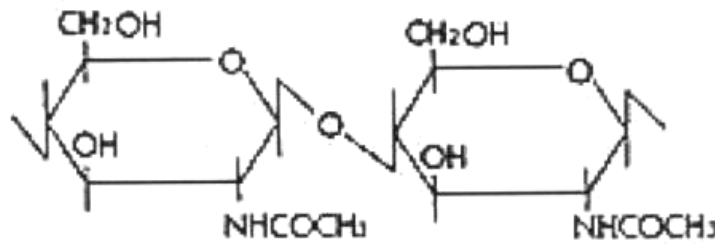
Thomson Araştırma Kurumu (Toronto, Kanada) Ultra-FreshR adı altında bir dizi antimikrobiyal madde satmaktadır. Formüle olmuş ürünleri, iyodin salıcılar (örneğin; Diiodometil-p-tolil sülfon), organoin bileşikler, izotiazolononlar, katernori amonyum bileşikler ve Triklösandır.

Kitin ve türevleri, onları geniş kullanım için çekici kılan bakteriye karşı, mantar ve virüslere karşı etkili özelliklere sahiptir. Araştırmalar göstermiştir ki, kitin ve kitosan toksik ya da alerjik değildir ve doğal olarak dengelenebilir.

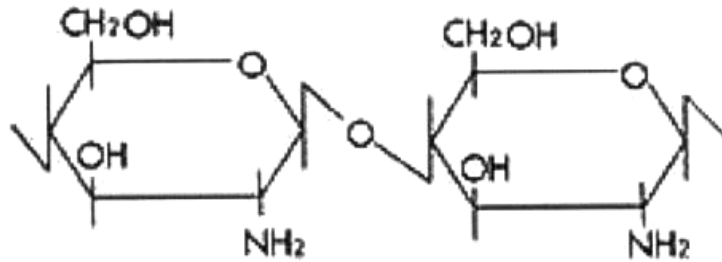
Kitin, yüksek moleküler ağırlıkta bir N-asetil-D-glukosamin (N-asetil-2-amino-Deoksi-D-glukopiranoz) doğrusal polimeridir. Çözünürlüğü ve düşük kimyasal reaktifliği, selülozu andıran yüksek çözünmezliğe sahip bir malzemedir. C-2 konumundaki hidroksilinin yerine asetamido grubu geçirilmiş selüloz olarak tanımlanabilir. Selüloz gibi, doğal olarak yapısal bir polisakkarit gibi davranır. En çok, kabuklu canlılarda, böceklerde ve mantarlarda bulunur. Kitin, yengeç ve karides kabuğundan çıkarılan doğal bir maddedir. Kitin, beyaz, sert, esnek olmayan bir nitrojenli polisakkarittir ve kıyı bölgelerindeki yüzey kirliliğinin başlıca nedenidir. Kitosan, kitin'in N-deasetile türevidir, ne var ki N-deasetilasyon işlemi neredeyse hiç tamamlanmaz. Kitosan, doğal atık malzemeden (kabuklu canlıların kabukları) elde edilen çok özel bir üründür ve selüloza çapraz bağlama ile eklendiğinde antimikrobiyal ve nem kontrol özelliği kazandırır.

Kitin, yara iyileştirme sürecine hızlandırıcı etki verir. Rejenere kitin lifleri, dokusuz pomatlar, süngerler ve tabakalar yara iyileşmesine % 30'un üzerinde artış kazandırır.

Kitin (Şekil 4.35) aynı zamanda normal tıbbi malzemelere kaplama olarak da kullanılabilir. Rejenere kitin ve kitosan (Şekil 4.36) ile kaplanmış standart ipek ameliyat ipliklerinin gösterdiği iyileştirme etkinliği tam kitin ameliyat ipliklerinin gösterdiğinden az miktarda düşüktür. Rejenere kitin kaplı cerrahi ağlar, kaplanmamış kontrol grubundan büyük ölçüde daha yüksek etkinlik göstermiştir [Devrent ve Yılmaz, 2004].



Şekil 4.35. Kitin [Devrent ve Yılmaz, 2004]



Şekil 4.36. Kitosan [Devrent ve Yılmaz, 2004]

Yukarıda belirtilerin dışında dünyada mikroorganizmaları öldürebilen daha yüzlerce hatta binlerce kimyasal vardır. Arsenik, kurşun, kalay, civa, gümüş gibi çoğu doğal olan bu maddeler aynı zamanda insan ve çevre için çoğu kullanımda zehirli olabilmektedir. Tekstil endüstrisi için etkili bir antimikrobiyal madde sadece mikroorganizmaları öldürme ya da engelleme yeteneğine sahip olmamalı, bunu yaparken muamele edilmiş ürünün ömrü boyunca çok güvenli bir şekilde etkisini göstermeli ve tekstil mamulünün diğer önemli özelliklerini negatif olarak etkilememelidir [White, Monticello, Krueger, Vandendaele, 2005].

4.2.1.3. Antimikrobiyal Bitim İşlemi

Antimikrobiyal bitim işlemlerinde tekstil ürününe çektirme, emdirme, vakumla aplikasyon, maksimum flotte aplikasyonu, aktarma, püskürtme, köpükle aplikasyon ve kaplama yöntemlerinden birinin yardımıyla antimikrobiyal maddeler aktararak mikroorganizmaların etkinlikleri durdurulmaktadır. Özellikle antimikrobiyal maddenin tekstil ürününe aktarılabilmesi için suda çözünür olması, bu işlemin yıkama dayanımını azaltmaktadır. Burada önemli olan nokta, bu kimyasalların yıkamaya olan dayanımlarıdır. Yapılan çalışmaların çoğu, bu işlemlerin yıkama dayanımlarını artırmaya yöneliktir [Kut ve Orhan, 2005].

Çizelge 4.10. Antimikrobiyal Tekstillere Uygulanan Bitim İşlemi Teknikleri

[www.interscience.wiley.com/cgi-bin/5, 2005]

Terbiye Tekniği	Kimyasal Madde	Durdurduğu Organizmalar	Uygulanan Elyaf Tipi
Insolubilization	(n-Bu ₃ SnO) ₂ TIX	Gram pozitif bakteriler, dermatophytic ve küf mantarı	Poliamid, akrilik, polipropilen lifleri
Homo ve kopolimerizasyon	Akrilamido-8-hidroksi quinolines ve metal tuzları	Bakteriler ve küf mantarı	Selülozik lifler
Reçine işlemi	Hekzaklorophene ve DMEU+	Bakteriler ve küf mantarı	Selülozik lifler
Kovalent bağ oluşumu	5Nitrofurylacrolein	Bakteri, küf ve maya mantarı	Polivinil alkol lifleri
Kaplama	(CH ₃ O) ₃ Si-R bileşiğinin Hidrolizis ürünleri	Bakteri, dermatophytic, maya ve küf mantarı, alg	Bütün lifler
Microencapsulation	Bakterisid, pyretherins, pheromones	Bakteri ve böcek	Birçok lif

Antimikrobiyal apreler başlıca iki kategoride değerlendirilebilir: Yüzey ile bağ yapabilenler ve yapamayanlar. Bu terimler antimikrobiyal aprenin uygulandığı

tekstil materyali yüzeyine kimyasal olarak bağlanabilme kapasitesi ile ilgilidir. Şimdiye kadar giyim eşyaları için birçok antimikrobiyal uygulaması yapılmış, fakat bunların kullanımı fazla kabul görmemiştir. Küf ve mayalar üzerindeki etkilerinin az olması, yıkamalara karşı kalıcılıklarının az olması ve yetersiz güvenlik bilgilerinden dolayı bu antimikrobiyallerin kullanımı ortadan kalkmıştır.

a) Yüzey İle Bağ Yapamayan Antimikrobiyal Apreler

Bu tür antimikrobiyal apreler tekstil materyali üzerine kimyasal olarak bağlanamazlar. Mikroorganizmalar üzerinde etkili olabilmek için yüzeyden yayılırlar ve kendileri de mikroorganizmalar tarafından harcanırlar. Mikroorganizmaların içine girerler ve bir zehir gibi metabolizmalarına etki ederek ölmelerine neden olurlar. Cilt ile temasa geçebilir ve potansiyel olarak normal cilt bakterilerini etkileyebilir; cilt bariyerini aşar ve/veya cilt tahrişlerine neden olabilirler. Koruyucu etkileri, bir kere tüketildikten veya yıkandıktan sonra ortadan kalkar.

Uygulamadan sonra yüzeyden yayılarak uzaklaştıklarından dolayı, tekstil yüzeyi üzerindeki aktif madde miktarı zamanla azalır ve etkin olamayacakları seviyeye iner. Bu durumda mikroorganizmalar bu antimikrobiyallere karşı bir direnç kazanarak bağışıklık kazanırlar.

Konvensiyonel (bağ yapamayan) antimikrobiyal maddeler genellikle spesifik organizmalara karşı etkilidir ve geniş bir spektruma sahip değildirler. Diğer bir deyişle, sadece birkaç bakteri türüne karşı etkilidirler; veya tüm bakterilere etki gösterebilirler bile, küf, maya ve mantarlara karşı etkili değildirler.

Güvenlik ve toksiklik açısından bağ yapmayan antimikrobiyal uygulamaların kimyasal yapısı önemlidir. Örneğin, pek çok organokalay içeren antimikrobiyaller, uygulama yapan işçinin ve tüketicinin sağlığı ve atıklarının çevreye olan etkisi açısından büyük bir dikkatle ele alınmalıdır. Aslında, bazı organokalay bileşikler EPA (Environmental Protection Agency) tarafından incelemeye alınmış ve Japonya’da ve bazı Avrupa ülkelerinde kullanımı yasaklanmıştır.

b) Yüzey İle Bağ Yapabilen Antimikrobiyal Apreler

Bu tür antimikrobiyal apreler tekstil materyali üzerine kimyasal olarak bağ yaparak tutunurlar. Mikroorganizmaların hassas hücre zarını delerek ölmelerine

neden olurlar. Bu olay hücrenin yaşam proseslerini devam ettirmesini önler. Bu tip antimikrobiyal maddeler organizmalara temas ederek öldürürler ve bunu tekrar tekrar yapabilirler.

Uygulamadan sonra yüzeye tutundukları yani migrasyona uğramadıklarından dolayı, tekstil yüzeyi üzerindeki aktif madde miktarı zamanla azalmaz. Böylece mikroorganizmaların bağışıklık yapması söz konusu olmaz. Kimyasal bağ yaptıklarından dolayı, yıkamalardan sonra dahi etkilerini korurlar.

Bağ yapan antimikrobiyaller gösterdikleri özel etki mekanizmaları sayesinde geniş bir spektruma sahiptir. Pekçok bakteri, küf, maya, mantar ve yosun çeşidi bu tür antimikrobiyaller ile kontrol altına alınabilir.

Güvenlik ve toksikolojik açıdan bakıldığında günümüzde piyasada bulunan bağ yapan antimikrobiyal maddelerin toksikolojik ve güvenlik profilleri oldukça uygundur. Çevre açısından ise piyasada en çok kullanılan kuarterner amonyum bileşikler EPA (Environmental Protection Agency) tarafından incelemeye alınmış ve ticari kullanım için kabul görmüştür. Özel kimyasal yapılarından dolayı, bu tür antimikrobiyal maddeler banyoya anyonik yüzey aktif ilave edilerek kolayca deaktive edilebilirler. Bu da çevre açısından güvenli bir atık elde etme şansını doğurur.

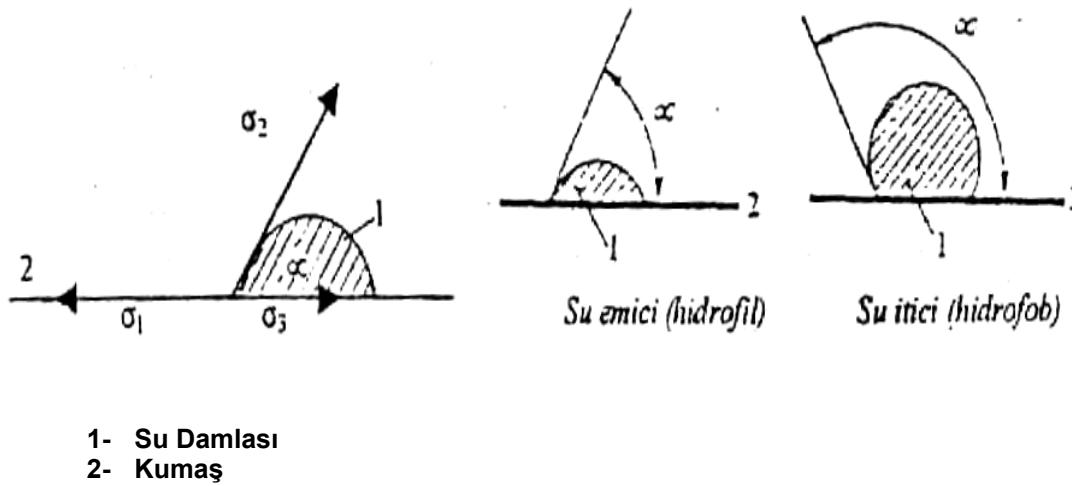
4.2.2. Su ve Kir İtici Bitim İşlemi

Bu işlemde esas, mamulün lif veya ipliklerinin üzerinde, çok ince bir hidrofob zar oluşturmaktır. Bu zar liflere çekim kuvvetleriyle veya kimyasal olarak bağlanabilir. Birinci yöntemden farklı olarak, bu şekildeki bir bitim sonucunda kumaşın gözenekleri kapanmadığından, deri solunumu ve ter nakli olumsuz şekilde etkilenmez. Hatta vücuttan çıkan su buharı hiçbir kondense işlemine uğramadan direkt olarak vücuttan uzaklaşacağı için, bu tip bir hidrofob karakterlik kazandıran bir işlem görmüş mamul, terbiye görmemişlere nazaran daha kuru ve daha geçirgen durumdadır. Diğer taraftan hidrofobluk terbiyesi görmüş mamul yağmura karşı ancak belirli bir derecede koruma sağlayabilir.

Bir maddenin suyla teması halinde, ıslanması veya suyu itmesi, sınır yüzey kuvvetleriyle yakından ilgilidir.

Bir maddenin içerisinde bulunan moleküller, bütün yönleri itibariyle aynı miktarda çekim kuvvetlerinin etkisi altında bulunmaktadır. Dolayısıyla bunlara etki eden kuvvetler toplamı sıfırdır. Halbuki, yüzeyde bulunan moleküllerde, yalnız maddenin iç tarafına doğru yönelmiş bir çekim kuvveti mevcuttur. Bu durum öncelikle maddenin temas halinde bulunduğu ikinci maddeye bağlıdır. Eğer birinci maddenin temas halinde bulunduğu ikinci madde arasında bulunan etkiler az ise yüzeydeki moleküller içeriye doğru kuvvetli çekilecekler dolayısıyla en küçük yüzeyi meydana getirmek için, küre şeklini almak isteyecektir. İşte yüzeydeki molekülleri içeri doğru çeken bu kuvvetler, sınır yüzey gerilimini oluşturmaktadırlar.

Su iticilik işlemi kumaşın, liflerin üst yüzey gerilimini suya karşı yükseltildiği için bu durumda yüzeye gelen su kumaş tarafından emilmemekte ve su damlacıkları kürecikler halinde kumaş yüzeyinde kalmayı tercih etmektedirler (Şekil 4.37).



Şekil 4.37. Su İticilikte Yüzey Gerilim Kuvvetlerinin Denge Durumu

Su iticilikte kullanılan apre maddeleri, suyun kumaş içine nüfuziyetini engelleyen su ve diğer sıvı damlacıkları kumaş yüzeyinde yuvarlak damlacıklar halinde herhangi bir dağılma olmaksızın tutabilen kimyasal maddelerdir. Bu kimyasallar aynı zamanda kir iticilik için de kullanılabilirler. Çünkü, sıvı kirler

kumaş üzerinde kaldıklarından kolayca silinirler. Su iticilik apre için birçok farklı kimyasallar kullanılmakta olup, bunların etkileri birbirlerinden farklıdır.

Sıvının üst yüzey gerilimi, katı maddenin kritik üst yüzey geriliminden daha düşük ise sıvı bu katı yüzeyi ıslatır.

Su iticilik apre maddeleri aşağıdaki şekilde gruplandırılır.

- Zirkonyum parafin emülsiyonları,
- Silikonlu su iticilik maddeleri,
- Fluorokarbonlar,
- Yağ asidi-kromklorür kompleksi,
- Reçine oluşturan su iticilik maddeleri.

4.2.2.1. Nanoteknoloji ile Kir İticilik Uygulamaları

Nanoteknolojinin tekstilde uygulama alanlarından bir tanesi olarak; yenilikçi terbiye teknolojileri, tekstil ürünlerinin bitim işlemlerinde nanometrik leke koruma olanağı sağlamaktadır (Vural, 2004). Bu da mikro kalınlıkta, 3 boyutlu yüzey yapılarının oluşumuna öncülük etmektedir. Kendi kendini temizleme prensibine göre kir parçacıkları ve su yüzeyden hızlı ve kolay bir şekilde uzaklaştırılabilmektedir. Ketçap, kırmızı şarap ve benzeri lekeler de aynı prensiple uzaklaştırılıp su ile kolayca durulanabilmektedir. Bu prensip aynı zamanda nilüfer çiçeği efekti olarak da bilinmektedir ve bitkinin yaprak yüzeyinin tabi örneğine dayanmaktadır. Tekstilde bu etki karbon nanotüpleri kullanılarak elde edilebilmektedir.

Nilüfer çiçeği efektinin prensibi şu şekildedir: Bir hidrofobik yüzey ve bir nano yapının kombinasyonu ile son derece anti adhesif özellikler başarılmaktadır (Şekil 4.38, 4.39, 4.40).



Şekil 4.38. Bir Nilüfer Çiçeği ve Yaprığı [www.turi.org, 2005]



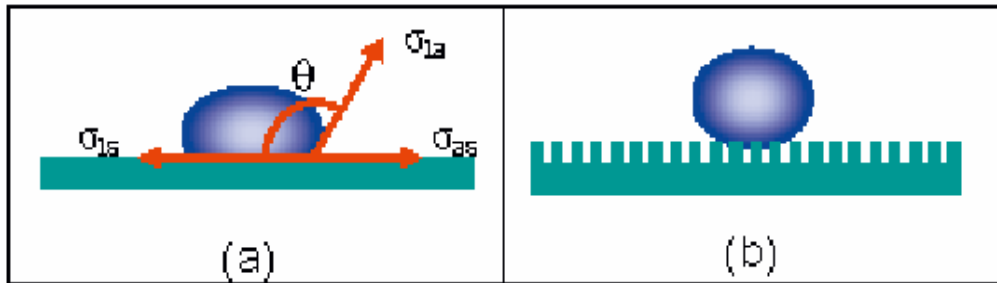
Şekil 4.39. Nilüfer Çiçeği Yaprğındaki Su Damlasının Durumu
[www.nature.com/nmat/journal, 2005]



Şekil 4.40. Bir Nilüfer Çiçeği Yaprğının Elektron Mikroskop Görüntüsü
[www.turi.org, 2005]

Bir sıvı damlasının bir yüzey üzerindeki dengeli şeklini belirleyen temel kural Thomas Young tarafından formulize edilmiştir. Damlanın şekli, katının katı-sıvı, sıvı-gaz ve katı-gaz dönüşümlerinin karşılaştığı yüzeyinde, damlaya 3 fazın temas noktasında oluşan kuvvetlerin hareketi ile oluşturulmaktadır. Eğer damla mikrometrik seviyede, yerçekiminin ihmal edilebileceği kadar yeterince küçük ise küresel başlık şeklini almakta ve damlanın iç temas açısı bir θ açısı ile sıvı-gaz dönüşümü katı bir yüzeyle karşılaşmaktadır.

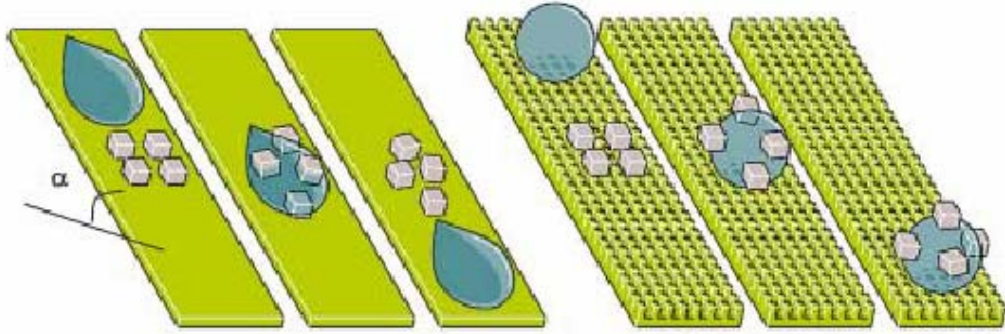
Young'ın eşitliği bütün yaş/ıslak olayların temelini oluşturmaktadır. Eğer sıvı-katı ve sıvı-gaz dönüşümlerinin yüzey gerilimlerinin toplamı katı-gaz dönüşümünün gerilimine eşit olursa, θ açısı kaybolur ve damla bir film oluşturmak üzere düzleşir. Böyle bir durum kolayca ıslanan, sözde yüksek enerjili yüzeyi göstermektedir. Fakat eğer katı-gaz dönüşümü düşük bir yüzey enerjisine sahipse, teoride, temas açısı 180° 'ye kadar artacak ve yüzey kuru kalacaktır [www.nature.com/nmat/journal, 2005].



- a. Hidrofobik Düz Yüzey
- b. Süperhidrofobik Nano/mikro Yapıda Yüzey

Şekil 4.41. Hidrofob ve Nano Yapıdaki Yüzeylerde Islanmama Prensibi
[www.turi.org, 2005]

Nano pürüzlülük temas yüzeyini en aza indirmekte ve böylece sıvıların kolay bir şekilde uzaklaştırılması mümkün olmaktadır. Tekstil yüzeyindeki kir partikülleri yuvarlanan sıvı damlasından etkili bir şekilde taşınabilmektedir.



Şekil 4.42. Düzgünsüz Yüzeyde Su ile Kendi Kendini Temizleme Prensibi
[www.turi.org, 2005]

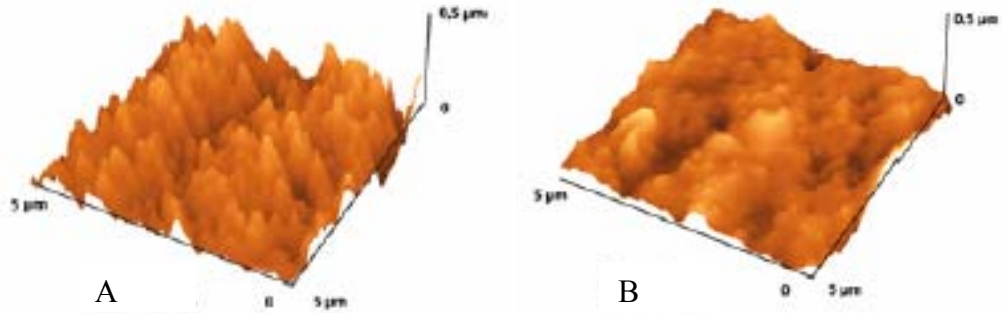
Nanoteknolojinin tekstildeki uygulaması, tekstillerin rijit ve bir bitim işleminin uygulanmasının daha da zor olduğu düzgün yüzeylere kıyasla 3 boyutlu hareket kabiliyetine sahip özellikleri tarafından sınırlanmaktadır. Dolayısıyla bitim işlemi tekstil malzemesine göre ayarlanmalıdır [Vural, 2004].

4.2.2.1.(1). Schoeller Nanosphere Fabrics

Bonn Üniversitesindeki bilim adamları, bitkilerin yaprakları ve sineklerin kanatlarının her zaman temiz kalmakta olduğunu, çünkü su parçacıkları ve kirin onların doğal yüzeylerine yapışmadığı olayından yola çıkarak kendi kendini temizleme özelliği olan kumaşlar üretmişlerdir. Bunun için “Yüzey ne kadar kaygansa, o kadar az kir parçacığı üzerine yapışabilir” prensibiyle hareket etmişlerdir.

Birçok endüstrideki anahtar teknolojik özellikler göz önünde bulundurularak, doğayı taklit eden yapıda yüzey, nanoteknoloji kullanılarak üretilebilmektedir. Nano parçacıkları sadece milimetrenin milyonda biri ile ölçülebilen, insan gözüyle görülemeyecek küçüklüktedir. Doğadan tekstile yapışmaz ve kendi kendine temizleyebilme sürecini transfer edebilmek için, yüzey nano parçacıklarıyla değiştirilmiş ve son teknoloji olarak NanoSphere isimli özel yapıli yüzey sistemi geliştirilmiştir. Şekil 4.43’de kendi kendine temizleme özelliği olan lotus yaprağının

yüzey yapısı ve ona benzetilen NanoSphere kumaşın yüzey yapısı görülmektedir [www.nano-sphere.ch].



A. Lotus yaprağının yüzey yapısı
B. NanoSphere yüzey yapısı

Şekil 4.43. Lotus Yaprağının ve Nanosphere'ın Yüzey Yapıları
[www.nano-sphere.ch, 2004]

NanoSphere'in özellikleri:

- NanoSphere su geçirmezlik özelliği mükemmel ve yağ, kir iticilik özellikleri ise bugüne kadar başarılammış düzeydedir. Ketçap, kahve, bal, kırmızı şarap ve daha bir çok madde nano yapıly yüzeyden kolaylıkla çıkarılabilmektedir.
- NanoSphere aynı zamanda çevre için de yararlıdır. Bu kumaşlar en düşük sıcaklıkta yıkanabilmekte ve daha az yıkanma ihtiyacındadır. Bütün bu özelliklerde, enerji, deterjan ve su tasarrufu sağlamaktadır.
- NanoSphere kumaşı sağlam, darbeye dayanıklı ve uzun ömürlü olmaktadır. Geleneksel kumaşların yıkama sürekliliğinden çok daha fazladır. NanoSphere sürtünme ve basınca dayanıklıdır ve giyim konforundan, hissedebilirliğinden, nefes alabilirliğinden ve elastikiyetinden ödün vermez.
- NanoSphere giyimde her alanda kullanım için uygundur. Mobilya alanında ya da tıp sektöründe kullanımı da mümkün olabilmektedir [www.nano-sphere.ch, 2004]

4.2.2.1.(2). Nano-Pel®

Nano-Tex firmasının piyasaya sürdüğü Nano-Pel® isimli kumaşın üstün su ve yağ itici özelliği bulunmaktadır. Bunun yanında bu teknoloji kumaşın ömrü boyunca tutumunu ve nefes alabilirlik özelliğini korumaktadır.

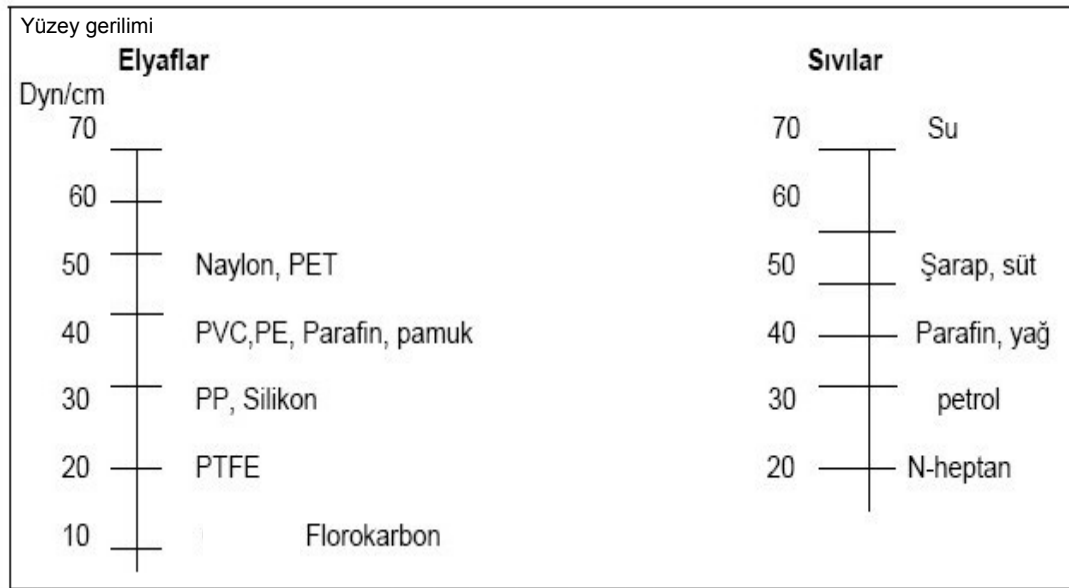
Nano-pel bitim işlemi, naylon, polyester, akrilik gibi sentetiklerin yanında doğal liflere de uygulanabilmektedir. Nano-pel uygulamaları Amerika'da ticari olarak ev döşemeliğinde kullanılmaktadır [<http://textileinfo.com>].

4.2.2.2. Florokarbon Esaslı Su, Yağ ve Kir İtici Apre Uygulamaları

Pazara ilk olarak 1960 yıllarında giren florokarbon polimerler, mükemmel yüzey özelliklerinden dolayı tekstilde su, yağ ve kir itici apre olarak kullanılan standart ürün gruplarından olup; tekstilden otomotive bir çok alanda yaygın bir kullanıma sahiptir. Son yıllarda gelişmeleri yakından takip ederek rakiplerinin bir adım önüne geçmek isteyen ve katma değeri yüksek ürün üreten firmalarda florokarbon gibi özellikli apre kullanımları artış göstermektedir.

Florokarbonların kullanım alanları arasında; dışgiyim, tente, askeri giysiler, tıbbi giysiler, döşemelik kumaşlar, perdeler, kağıt, deri, halı ve otomotiv sektöründe kullanılan kumaşlar yer almaktadır.

Florokarbonlar, parafin vaks, modifiye melamin ve yağ asitleri bazlı su iticilerin kalıcılık ve su itici özelliklerini gölgede bırakmıştır. Florokarbon esaslı apre malzemeleri kumaş üzerine uygulanarak kumaş yüzeyinde bariyer etkisi yaratan film oluşturarak kumaşın yüzey gerilimini düşürürler ve kumaşa su, yağ ve kir itici özellik kazandırır. Florokarbonlar, vaks emülsiyonları ve silikon bazlı su iticilerin aksine çok iyi yağ ve kir itici özellik sağlayarak yağmur, kir ve lekelerle karşı tam koruma sağlamaktadırlar. Şekil 4.44'de bazı elyaf ve sıvıların kritik yüzey gerilimleri verilmiştir.

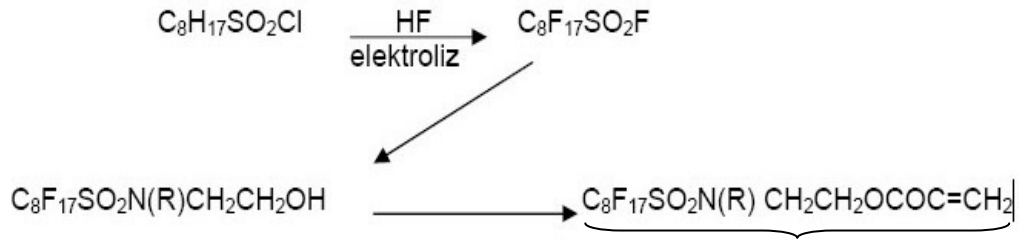


Şekil 4.44. Bazı Elyaf ve Sıvıların Kritik Yüzey Gerilimleri

Florokarbonların uygulandığı yüzeye kazandırdığı özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilmektedir.

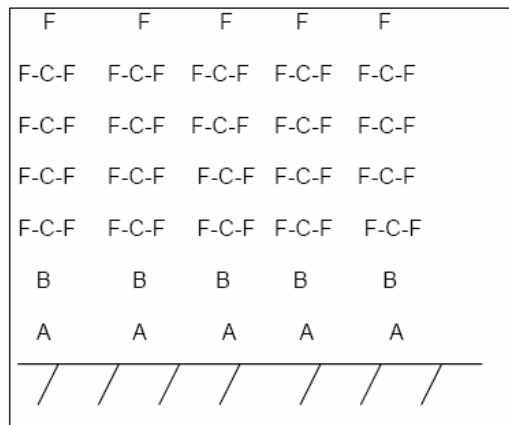
- Tekstil mamulünü suya, kirlenmeye ve lekelenmelere karşı korur.
- Yıkama ve kuru temizlemeye dayanıklıdır
- Uygulandığı tekstil materyali üzerinde film tabakası oluşturarak renklerin uzun süre orijinal renklerini korumasını sağlar.
- Boyarmaddeler ile uyumludur.
- Hava geçirgenliği sayesinde solunuma izin verir.

Florokarbonların üretimi için ileri teknoloji gerekli olup perflorlanmış alkil zincirlerinin elde edilmesinde iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar elektrokimyasal florlama veya telomerizasyondur. Elektrokimyasal Florlama; sıvı hidrojenflorür içerisinde sülfonasi halojenürüne elektrik akımının etkisi sonucunda hidrojen atomları flor atomuyla yer değiştirmekte ve akrilat veya metilmetakrialt monomerleri de kullanarak floroakrilatlar elde edilmektedir [Kayatürk, 2003].



Şekil 4. 45. Floroakrilat Oluşumu

Florokarbonların su itici özellikleri polimerin zincir uzunluklarına bağlıdır. Florokarbonların büyük kısmı kumaşa bağlanmayı sağlayan akrilat polimerleridir. Florokarbonlar ile sinerjik etki yaratarak su, yağ ve kir iticilik özelliklerini geliştiren reaktif komonomerler kullanılmakta; sık kullanılan komonomerler, vinilklorür, vinilidenklorür, metilmetakrilat, epoksi fonksiyonlu akrilatlardır, yumuşak efekt veren florokarbonlarda uzun zincirli polidimetilsilikosanlar da kullanılmakta, bağlanan komonomerlere göre florokarbonun özellikleri ve performansları değişmektedir. Florokarbonlar kumaşa uygulandıktan sonra fiksasyon sırasında florokarbonlar birleşerek polimer filmi oluşturur ve bu filmde poliakrilatların perflorlanmış kısımları Şekil 4.46’da gösterildiği gibi üst yüzeye doğru yönlendirilerek su iticilik özelliği kazandırmaktadır [Kayatürk, 2003].



A: Çözünürlüğü ve bağlanmayı sağlayan polar grup
 B: Polar grubu ve Perfloro zincirini bağlayıcı

Şekil 4.46. Florokarbonların Kumaşa Bağlanmalarının Şematik Gösterimi

Florokarbonların Uygulama Yöntemleri ve Uygulamada Dikkat Edilecek Noktalar:

Florokarbonlar tekstil materyaline 3 farklı metot ile uygulanmaktadır.

- Fular,
- Spreyleme,
- Köpük metodu.

Florokarbon apre uygulamalarının başarılı olması için tekstil materyaline uygulama yaparken dikkat edilmesi gereken çok önemli noktalar vardır. Uygulama sırasında kumaş üzerinde florokarbonların performansını düşürecek, yüzey aktifler, silikonlar olmamalıdır. Fular uygulamalarında yüksek pick-up ile uygulama yapmak önemli iken spreyleme uygulamalarında spreyleme basınçları, köpük uygulamalarında ise homojen uygulama, köpük yoğunluğu önemlidir.

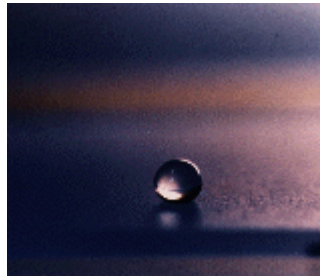
Giysilik kumaşta, AATCC 22-1996 standardına göre su ve yağ iticilik 5 istenildiği zaman, Gemsol FLC 20- 50 g/l kullanmak yeterli iken; AATCC 127 standardına göre yüksek su basıncına dayanıklı su ve yağ itici istenildiği takdirde düzgün film oluşturmayı sağlayan gerdirici olarak adlandırılan kimyasallar kullanarak florokarbon etkisi artırılabilir. Florokarbon ile birlikte kullanılacak gerdirici adını verdiğimiz kimyasalların florokarbon ile uyumlu olması gerekmektedir. Çünkü düzgün bir film oluşumu, kumaş mukavemeti, renk değişimi gibi özellikler kullanılan gerdiricilere bağlıdır. Gemsol CT yüksek reaktivitesi ile florokarbonun 3 boyutlu çapraz bağlanmasını sağlayarak florokarbonu elyaf üzerine bağlamaktadır [Kayatürk, 2003].

4.2.2.3. Plazma Polimerizasyon Teknolojisi ile Su ve Kir İticilik Bitim İşlemi

Plazma işlemi kumaşa ya da life boyanma, baskı, ve ıslanabilirlik özelliklerini geliştirmek için hidrofilik, çekmezlik kazandırmak ve tutunma özelliklerini arttırmak için kullanılan bir yöntemdir.

Plazma polimerizasyonu ile film kaplanmış pamuklu kumaşın yumuşaklık, tutum, renk, geçirgenlik, aşınma direnci, su tutma sürtünme katsayısı ölçülmüş ve florokarbon püskürtme ile elde edilmiş kumaşlara göre daha üstün sonuçlar

alınmıştır. C_3F_6 gaz plazması da plazma polimerizasyonu ile substrat yüzeyinde polimer oluşturabilmektedir. İşlem süresindeki C_3F_6 plazma polimerizasyon işleminin gücündeki çok küçük artışlar hidrofobluğu artırmaktadırlar. Plazma ile kaplama geleneksel olarak püskürtme ile elde edilen etkidenden daha kalıcıdır; çünkü kaplama kimyasal olarak kumaşa bağlanmaktadır [Cireli, Mutlu ve Kutlu, 2005].



Şekil 4.47. Plazma ile Florokarbon polimeri Kaplanmış Pamuklu Kumaş Üzerinde

Su Damlası [www.ifam.fhg.de, 2006]

4.2.3. Güç Tutuşurluk Bitim İşlemi

Güç tutuşur apreler; yanmayı, dumanı ve yangın sonucu ölümleri engelleyen veya azaltan hayat kurtarıcı ürünlerdir. Güç tutuşurluğun önemi Ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Güç tutuşur malzemeler Amerika için çok önemli olup hayat kurtaran ürünler olarak kabul edilmekte, İngiltere de ev tekstili için zorunluluk var iken, Avrupa ülkeleri çevre ve sağlık üzerine odaklanarak daha şüpheli yaklaşmakta. Birçok yanıcı organik malzemelerin eklenecek özel katkı malzemeleri ile tutuşmaları engellenebilir. Çalışma şekilleri ve özellikleri farklı çok çeşitli güç tutuşur apre malzemeleri mevcut olup, uygulanmalarında önemli olan elyaf cinsi, elyaf kompozisyonu ve oranları, tekstil materyalinin kullanım alanları ve tekstil materyaline uygulanacak test metodları ve güç tutuşur apre uygulama metodlarıdır [Kayatürk, 2003].

4.2.3.1. Yanma Mekanizması

Yanma üç girdinin sonucu oluşmakta; ısı, alev kaynağı ve oksijen. Önemli olan bu üçünün uygun oranlarda bir araya gelmesi çünkü ancak bu durumda yanma gerçekleşir. Yanıcı madde oksijenli ortamda tutuşma sıcaklığına kadar ısıtıldığı zaman alev alarak yanmaya başlayacaktır, yanma işlemi ortamda yanıcı madde ve oksijen kalmayınca kadar devam eder. Tutuşma, ısı açığa çıkmasına ve bu ısı da polimerin pirolizine neden olmakta ve dolayısıyla yanma devam etmekte. Yanma karbon, oksijen ve hidrojen içeren pamuk veya sentetik polimer zincirlerinin kırılmasına ve kırılan zincirlerde düşük molekül ağırlığında, kolay buharlaşan gazların çıkmasına neden olmakta ve bu gazlar kolaylıkla alev bölgesine giderek oksijenle birleşirler ve yanma şiddetini artırır. Yanma sırasında karbonmonoksit (CO) yanında toksik birçok gazda açığa çıkmakta; poliamid ve poliüretan yanması sonucunda hidrojen siyanür (HCN), PVC ve odun yanması sonucunda hidrojen klorür (HCl) gibi. Güç tutuşur malzemeler hayat kurtarmak ve yangınları önlemek için kullanılan en ekonomik yoldur aslında. Güç tutuşur kimyasalları tutuşmanın ilk anında kimyasal veya fiziksel olarak katı, sıvı ve gaz fazlarında etkili olurlar [Kayatürk, 2003].

4.2.3.2. Güç Tutuşurluk Kimyasalları

Güç tutuşur kimyasalları 4 grup altında incelenebilmektedir.

- Halojen içerenler
- Fosfor içerenler
- Azot içerenler
- İnorganik Malzemeler

Halojenli kimyasallar gaz fazında oluşan OH ve H radikallerini alarak yanmayı engellerler veya yavaşlatırlar böylece ısı açığa çıkışı ve yanıcı gaz oluşumu azalır.

Halojen içeren güç tutuşurluk kimyasalları gaz fazında etkili olurken organik, inorganik veya elemental yapısında olan fosfor içeren güç tutuşur kimyasallar

kondens veya buhar fazında etkilidir. Bu tip malzemeler yüksek oksijen içeren selüloz ve oksijen içeren polimerlerde etkili olur. Fosfor içeren güç tutuşurlar yüksek sıcaklıkta fosforik asite dönüşür ve bu asit piroliz olan polimerden su açığa çıkartarak onun kömürleşmesine neden olur. Fosfat esterleri de buhar fazında etkili olarak PO* radikallerini oluştururlar ve PO* radikalleri polimerlerin parçalanması sonucunda oluşan OH ve H radikalleri ile reaksiyona girerek onları sonlandırır.

Azot içeren güç tutuşur kimyasalların mekanizmaları tam olarak bilinmemekte. Bu tip malzemeler uygulandığı materyal ile çok güçlü bağlar oluşturarak yüksek sıcaklıkta bozulmayan yapıları oluştururlar. Çıkan azot yanıcı gazların seyreltilmesine neden olmaktadır.

İnorganik bileşikler yüksek sıcaklıklara dayanıklı olmaları nedeniyle genellikle plastiklerde güç tutuşur olarak kullanılırlar. İnorganik güç tutuşur malzemeler ısıyla buharlaşmazlar ancak su, karbondioksit, kükürt dioksit, ve hidrojenklorür gibi yanıcı olmayan gazlar açığa çıkarırlar ve çıkan gazlar ortamdaki yanıcı gazların seyreltilmesine ve polimer yüzeyinin oksijen saldırısına karşı korunmasını sağlarlar. İnorganik güç tutuşur malzemeler yanma sırasında uygulandığı yüzeyin soğutulmasını sağlayarak endotermik polimer bağ kırılmalarını ve pirolizi engellerler [Kayatürk, 2003].

Güç tutuşurluk maddelerinin, tekstillere güç tutuşurluk özelliği kazandırması çeşitli mekanizmalar (teoriler) üzerinden açıklanmaktadır: Kimyasal teori (katı faz mekanizması); belli lifler için belli kimyasalların, o liflerin bozunma davranışını değiştirmesi şeklindedir. Yani yanma sonucunda daha az katran ve yanıcı gazın oluşması ve yanmayan kararlı karbonlu bileşik oranının artmasını sağlamaktadır. Termal mekanizmada güç tutuşurluk etkisi; termal bozunma ile oluşan ısının, güç tutuşurluk maddelerinin endotermik değişim reaksiyonu için absorbe edilmesiyle sağlanmaktadır. Gaz teorisine göre; güç tutuşurluk işlemi görmüş kumaşta, alevin gelişimini önleyen reaksiyon vermeyen (inert) gazlar açığa çıkmaktadır. Kaplama teorisine göre ise; lifler, liflere güç tutuşurluk özelliği veren geçirgen olmayan (geçirimsiz) kaplama malzemeleriyle kaplanmaktadır. Bu kaplama, oksijenin difüzyonunu ve kumaş içine ısının transferini engellemektedir [Kutlu, 2002].

Teknikler ve kimyasal yöntemler, lif tipine ve güç tutuşurluğun etki süresine göre değişmektedir. Yıkamaya dayanıksız güç tutuşurluk maddeleri, boraks, amonyum 34 klorür veya alüminyum oksit trihidrat gibi inorganik tuzlar ve hidratlardır. Doğal, rejenere, sentetik lifler ve bunların karışımları için kullanılan dayanıklı güç tutuşurluk maddeleri, genellikle fosfor-azot ve antimon-halojen sinerjisi gösterenlerdir. Fosfor içeren güç tutuşurluk maddeleri; fosfatlar, fosfonatlar, amidofosfatlar ve fosfonyum tuzları gibi fonksiyonel gruplara sahiptirler. Halojen içeren güç tutuşurluk maddeleri ise, polihaloaril eterler gibi, poli-klorlu ya da bromlu aromatik ve alisiklik yapılara sahiptirler. Çizelge 4.11’de bazı dayanıklı güç tutuşurluk maddeleri ve kullanıldığı lifler görülmektedir [Kutlu, 2002].

Çizelge 4.11. Bazı Güç Tutuşurluk Maddeleri ve Kullanıldıkları Lifler [Kutlu, 2002]

Güç Tutuşurluk Maddeleri	Kullanıldıkları Lifler
Tetrakis(hidroksimetil) fosfonyum hidroksit Tris hidroksimetil fosfor Tris(hidroksi metil fosfor oksit Tetrakis (hidroksimetil) fosfonyum amonyum hidroksit	Pamuk
Amonyum sülfamat	Keten
Organik borat fosfaz Fosfonyum tuzu Organik fosfat	Viskoz
Antimon-brom bileşikleri Antimon pentaoksit (O_5Sb_3) İnorganik tuzlar Organik halojen Organik fosfor bileşikleri	PES/Pamuk
Antimon Klorlanmış bileşikler Organik halojen Organik fosfat Fosfonat	Poliester

4.2.3.3. Güç Tutuşur Apre Uygulamaları

Uygulandığı materyalin elyaf yapısına, türüne, ağırlıklarına, dokuma yapılarına, elyaf kombinasyonlarına, yıkamaya veya kuru temizlemelere dayanıklılıklarına göre çeşitlilik gösteren güç tutuşur malzemeler fular, sprej, kaplama veya köpük yöntemi ile uygulanabilir. Uygulama metotları kullanılacak tekstil materyaline veya kullanım alanlarına göre değişiklik göstermekte. Güç tutuşur malzemelerin kaplama yerine fular olarak kullanılması verimliliklerini artırır çünkü kimyasal kumaşın içine nüfuz ettiği zaman en iyi performansı gösterir. Kaplama olarak kullanılan güç tutuşur malzemelerdeki suda çözülme malzemeler güç tutuşur kimyasalların kumaşın içine nüfuz etmesini engeller bu durumda kalın kumaşlarda verim düşmesi gözlenir [Kayatürk, 2003].

4.2.3.4. Güç Tutuşurluk İçin Kullanılan Test Yöntemleri

Türkiye de güç tutuşurluk ile ilgili herhangi bir yasa olmamasına rağmen, Amerika'ya, İngiltere'ye satılan bazı tekstil materyallerinde güç tutuşurluk uygulamaları zorunlu tutulmaktadır. İhracatın % 80 nini Avrupa, UK, USA yapan tekstil üreticileri farklı ülkelerde uygulamada olan yangın güvenliği düzenlemelerini, test metodlarını veya standartlarını bilmesi gerekmektedir. Amerika'da yangın güvenliği düzenlemelerine göre çocuk giysileri dahi 16 CFR 1615 (0- 6 yaş) ve 16 CFR 1616 (7- 14 yaş) güç tutuşurluk testlerinden geçmelidir. İngiltere'de çocuk gece kıyafetleri BS 5772 test standartından geçmelidir. Farklı ülkelerde uygulanan güç tutuşur standartları Çizelge 4.12'de verilmiştir [Kayatürk, 2003].

Çizelge 4.12. Güç Tutuşurluk Test Standartları [Kayatürk, 2003].

Kullanım Alanı	UK	Fransa	Almanya	Avrupa	Türkiye
Döşemelik	BS 5852 P1/2	NEP 92-503	DIN 66084 DIN 54342	EN 102/1 EN 102/2	95/28/AT (EC) ISO 6925 BS 6307 BS 4790 EN ISO 6941 TS 5569
Yataklık	BS 6807	NEP 92-503	CFR 16/1632	ENS 97/1 ENS 97/2	95/28/AT (EC)
Duvar Kağıdı	BS 476	NEP 92-503	DIN 4102		
İş Kıyafetleri	BS 6249		DIN 661083	EN 367 EN 532	95/28/AT (EC) ASTM D-1230

Yakma testleri ile, kolay tutuşma, alev yayılma boyu ve oranı, açığa çıkan ısının miktarı, için için yanma, yanma ürünlerinin miktarı ve zehirliliği ölçülmektedir. Fakat bu testlerde bulunan ölçüm sonuçları, tutuşturma kaynağının özelliklerine, kumaşın ve tutuşturma kaynağının yerleşimine ve çevresel koşullara bağlıdır [Kutlu, 2002].

Tutuşma kolaylığı testi standart bir tutuşturma kaynağının bir kumaşa, kumaşın tutuşması için temas ettirilmesi gereken süreyle ters orantılı bir (nicelik) olarak tanımlanmaktadır. Testte kumaşların tutuştuğu alevli ya da alevsiz (ışımayla) andaki ısı akısı bulunmaktadır. Tutuşma zamanını etkileyen, parametreler arasında, örneğin hazırlanması (kondisyonlama), açısı, tutuşma noktası, kumaş ağırlığı ve eğer termoplastik ise çekerek alevden uzaklaşması sayılabilmektedir [Kutlu, 2002].

Alev yayılma testlerinde, test örneğinin alevden zarar görmüş olan alanı ya da uzunluğu belirlenmektedir. Bu testin yanık versiyonlarında, testlerde kullanılan test örneği boyutları birbirinden çok farklıdır. Ancak; bu test sonuçlarını etkilemektedir. Çünkü alev yayılımı genelde, kumaşın alev yayılmasına paralel doğrultudaki boyunun artmasıyla artmaktadır. Alev yayılımı testleri, en çok 450C eğik, dik ve yatay yerleştirilmiş örneklerde uygulanmaktadır. Yatay pozisyonda

oldukça yavaş yanan akrilik ve asetat lifleri dışındaki liflerde, kumaş yerleşim açısı sonuçları çok fazla etkilememektedir [Kutlu, 2002].

45°C eğik yakma testlerinde, DIN 54332, 45oC açıyla yerleştirilmiş olan test örneği belirli bir süre, alt kenarında standart bek alevine maruz bırakılmaktadır. Deney sonunda, bek çekildikten sonra alevli yanma süresi, için için yanma süresi, belirli bir uzunluğa kadar yanması için geçen süre gibi veriler belirlenip değerlendirme yapılmaktadır [Kutlu, 2002].

Dikey yakma testleri, (DIN53906, DIN54336, B SEN 532:1995), eğik ve yatay yakma testlerine göre geçilmesi daha zor olan testlerdir. Eğik yakma testindeki gibi belirli bir süre bek alevi etkisinde tutulmaktadır. Yanma boyu, alevli yanma süresi, için için yanma süresi ölçülmektedir [Kutlu, 2002].

Sınırlayıcı oksijen indeksi (Limiting Oxygen Index:LOI) daha önce de değinildiği gibi, materyalin yanmasını desteklemesi için gerekli en az oksijen konsantrasyonudur. Test, oksijen-azot atmosferinde dikey yerleştirilmiş bir örneği hidrojen aleviyle en üst kenarından tutuşturarak yapılmaktadır. Kumaşlar üstten alta doğru yanmaktadır. Kumaş yandığında, oksijen ve azot akımları, örnek yavaş ve kararlı bir şekilde tamamıyla yanana kadar ayarlanmaktadır. Sonuçlar tutarlı bir hal alana kadar test tekrarlanmaktadır. Havadaki oksijen oranı yaklaşık %21 olduğu için %21'den küçük LOI değerine sahip materyaller havada kolaylıkla yanmaktayken %21'den büyük olanların yanmak için ek oksijene ihtiyaçları olmaktadır [Kutlu, 2002].

4.2.4. Koku Güzelleştirici Bitim İşlemleri

4.2.4.1. Cyclofresh®

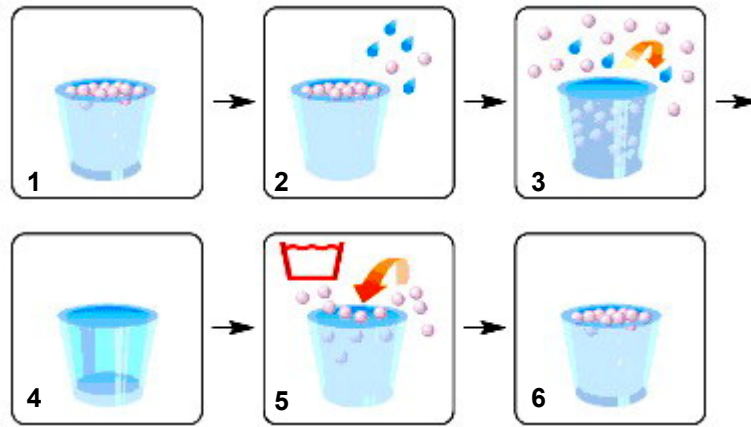
Cyclofresh™ kötü kokuları daha oluşmadan önlemektedir. Bunu da deride kötü kokuya neden olan teri önleme özelliği ile yapmaktadır.

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.

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 4.48).

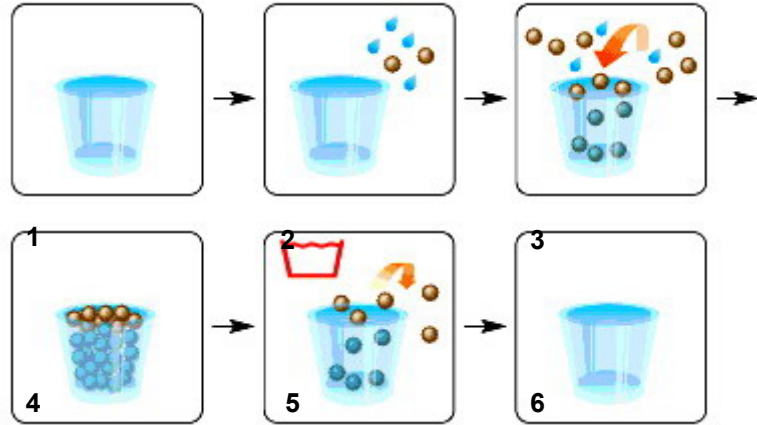
Glikoz moleküllerinin kimyasal özellikleri sayesinde bu mekanizma çalışabilmektedir. Dışarıdan hidrofilik, içten ise suya bağlanmayan hidrofobik bir uçla çevrelenmiştir.



1. Molekül güzel koku parçacıkları ile doludur.
2. Terleme olduğunda nem ve ter parçacıkları gelişir.
3. Güzel koku açığa çıkar ve yayılır.
4. Molekül boş kalır.
5. Makineyle yıkama esnasında cyclodekstrin molekülü tekrar güzel koku ile dolar.
6. Molekül yeniden reaksiyon için hazırdır.

Şekil 4.48. Cyclodekstrin Molekülünün Güzel Koku Yayma Mekanizması

[www.active-textiles.com/cyclofresh, 2004]



1. Boş molekül.
2. Terleme olduğunda nem ve ter parçacıkları gelişir.
3. Terdeki organik moleküller depo edilir.
4. Molekül dolar.
5. Makineyle yıkama esnasında ter parçacıkları dışarı atılır.
6. Molekül yeniden reaksiyon için hazırdır.

Şekil 4.49. Cyclodekstrin Molekülünün Ter Kokusunu Giderme Mekanizması
[www.active-textiles.com/cyclofresh, 2004]

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 bir güzel kokuya sahip olmaktadır.

Cyclofresh ile kumaşın muamelesi emdirme ve çektirme prensibine göre yapılabilmektedir. Pamuk, keten, viskon, poliester, poliamid, poliakrilik, yün ve yün karışımları için bu işlem uygulanabilir [www.active-textiles.com/cyclofresh, 2004].

4.2.4.2. Mikroapsül İşlemi

Tekstil ürünlerinin albenisini arttırmak için üretim sırasında kumaş üzerine parfüm aplane edilebilir. Parfüm; uçucu yağ içerisinde bulunan bir üründür. Uçucu yağ, melamin veya poliüretan yapısındaki kapsül ile kaplıdır.

Kullanım sırasında kapsül, suyun içinde dispersiyon halinde polimerler şeklinde bulunabilir.

Çalışma mekanizması; kapsülün melamin veya poliüretan oluşuna göre değişir:

- Melamin kapsül kullanım sırasında sürtünme veya su ile etkileştiğinde hemen kırılır ve parfüm uçucu hale geçer. Melamin kapsül kolay parçalanır bir yapıda olduğu için parfümün etkisi hızlı ve yoğun bir şekilde elde edilir.
- Poliüretan kapsülün üzerinde mikro gözenekler vardır. Bu kanallar sayesinde sürekli dışarıya parfüm çıkışı olur. Poliüretan çok yumuşak ve esnek yapıdadır, yavaş yavaş parfüm çıkışını sağlar. Poliüretan kapsüller daha uzun ömürlü ürünlerdir.

4.2.4.2.(1). Skintex

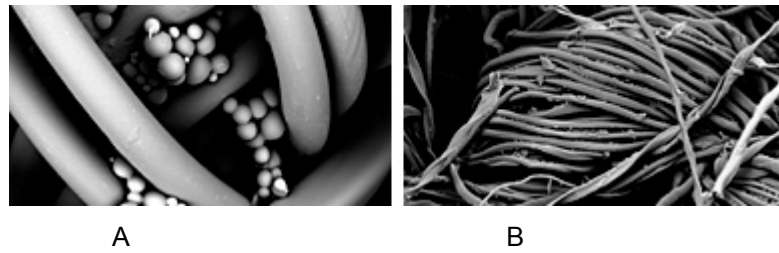
Vücudun her zaman, en rahat ve iyi şekilde kalmasını temin eden yeni bir teknoloji olan Skintex yorgun ayakları dinlendiren, vücudu günlük yorgunluklardan kurtaran, canlandırıcı aromalar yayan maddelerdir. İlaveten, vücudumuzu ısırarak sinek veya böcekleride uzaklaştırabilmektedir. Skintex, aynı zamanda yıkanabilir özelliğe sahiptir. Yüksek teknolojiye sahip mikrokapsüller, verilen her yükten sonra tekrar faaliyete geçerler.

Skintex Calming, biyolojik olarak yetiştirilen bitkilerden elde edilen temel yağların mikrokapsüllenmiş kombinasyonu esaslı bir bitim işlemi sistemidir. Bu bitkiler: lavendula augustifolia yağı (lavanta), pelargonium graveolen çiçeği yağı (sardunya), jatamansi yağıdır (kediotu). Dördüncü bileşen ise cildi iyileştirmede iyi bir role sahip olan styrax benzoin reçine özüdür. Aromaterapisinde lavanta yağı, sinir sistemi ve ağrıyı hafifletici klasik bir düzenleyicidir. Kediotu yağı en güçlü yatıştırıcı maddelerden birisidir [Mathis, 2004].

Sistemin çalışma prensibi şu şekildedir: Mikrokapsüller kumaşın içine gömülürler. Bunlar, yüksek vasıfta maddelerle doludurlar. Zaman içinde, deri üzerinde serbest kalırlar. Karides kabuklarından yapılan kitosan koruyucu tabakası, her kapsülü, sıcaktan, kurumadan, soğuktan ve günlük hayatın aşındırmasından korur. Skintex ile işlem gören kumaşlardan yapılan giyisileri giyinince içindeki

maddeler iki mekanizma neticesinde serbest kalırlar. Öncelikle, giyisileri giyince yaratılan hafif sürtünme, sonra da, vücudun çıkardığı enzimler neticesinde, kitosan katmanı yavaşça azalır ve içlerindeki maddeleri harekete geçirip, kumaşlardan deriye geçmesini temin eder [www.ttam.ege.edu.tr, 2006].

Şekil 4.50’de Skintex’in poliester ve pamuk üzerindeki SEM görüntüleri verilmiştir.



A. Poliester üzerindeki görüntüsü

B. Pamuk üzerindeki görüntüsü

Şekil 4.50. Skintex’in Poliester ve Pamuk Üzerindeki SEM Görüntüleri
[www.active-textiles.com/skintex, 2005]

4.2.5. Çabuk Kuruma, Nefes Alabilme Özelliği Sağlayan Bitim İşlemi

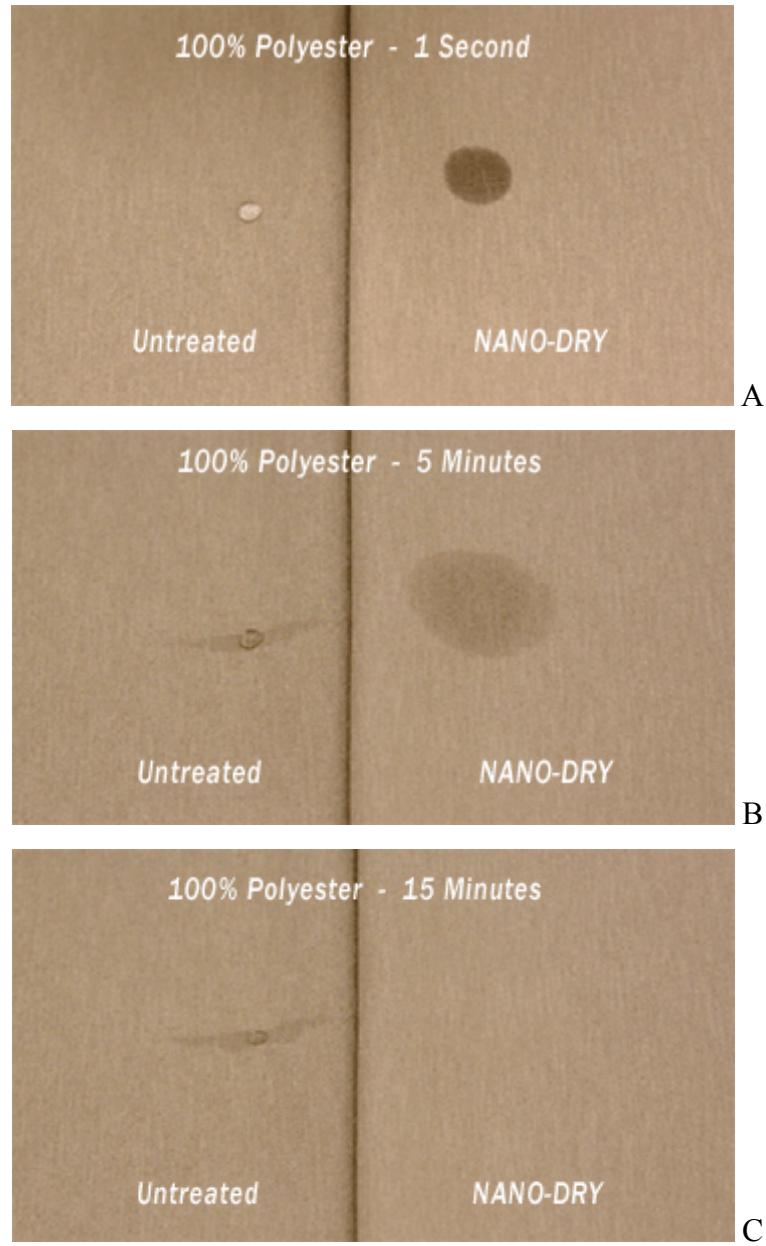
4.2.5.1. Nano-Dry

Nano-Dry teknolojisinin lisansı Burlington Raeford kumaşlarına iş ortakları Nano-Tex firması tarafından verilmiştir. Bu teknoloji ile polyester liflerinin vücutta oluşan nemin kumaşa oradan daha hızlı bir şekilde dışarıya vermesine olanak sağlamaktadır.

Nano-Dry teknolojisi hem gömlek hem de pantolonlarda aynı şekilde etkisini göstermektedir. Bununla birlikte, farklı iplik boyutları, dokuma ve gramajda olan kumaşlarda nem transfer hızı değişebilmektedir.

Nano-Dry teknolojisi ile lif ile sürekli bir moleküler bağ kurulduğu için yıkama sonrası etki azalmaz.

Çoğu ticari su ve kir itici bitim işleminde kumaşın bir flotteye sevk edilip küçük konsantrasyondaki bileşimin kumaşa aplikasyonu sağlanmaktadır. Bu işlemin tutarlılığı daha az ve kumaşla oluşan mekanik bağ daha güçsüzdür. Bu nedenle, bu aprelerin performansı kullanımdan ve yıkamalardan sonra düşmektedir. Nano-Dry teknolojisinde ise kumaşa moleküler bağlarla bağlandığı için giysinin performansı ömrü boyunca değişmez [www.elbeco.com, 2004].

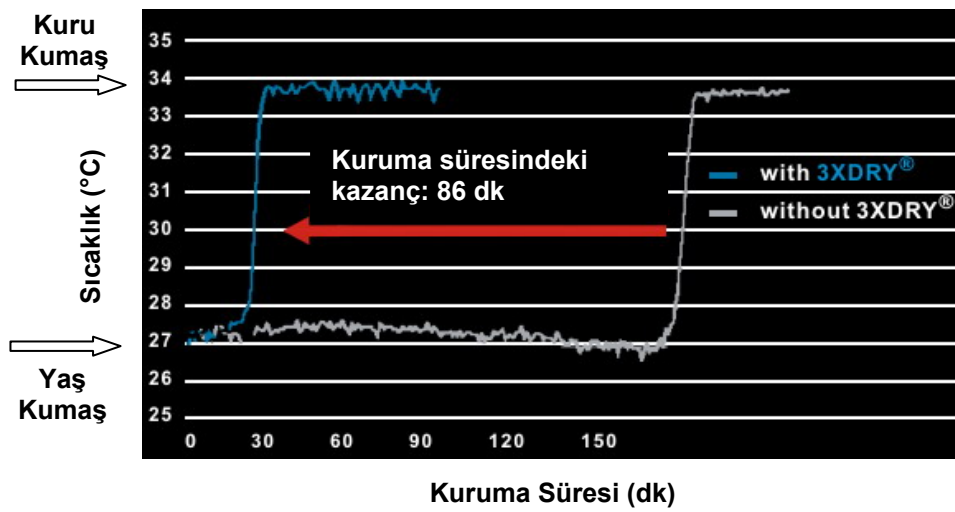


- A. Su damlası Nano-Dry ile işlem görmüş kumaşta hemen dağılırken, işlem görmemiş normal poliester kumaşta dağılmamıştır.
- B. 5 dk sonra Nano-Dry kumaşta su damlası iyice dağılıp, buharlaşmaya başlamışken normal poliester kumaşta damla hala durmaktadır.
- C. 15 dakika içinde, Nano-Dry kumaş kurumuşken, normal poliester kumaş hala ıslak.

Şekil 4.51. Nano-Dry Kumaş ve Normal Poliesterin Kuruma Özelliğinin Karşılaştırılması [www.elbeco.com, 2004]

4.2.5.2. Schoeller 3XDRY

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 4.52). Yüksek nefes alabilirlik ve kirlenmeye karşı direnç özelliği de mevcuttur [www.3xdry.com, 2004].



Şekil 4.52. 3XDRY Kumaşın Kuruma Süresinin Karşılaştırılması [www.3xdry.com, 2004]

4.3. Elektronik Aksamaların Eklenmesiyle Elde Edilen Akıllı Tekstiller

Pek çok ülkenin tekstil mühendisleri, polimer kimyacıları, fizikçiler ve biyo mühendisleri geleceğin tekstilleri ve giysileri üzerine düşler kurmak ve bu düşleri gerçeğe dönüştürecek yeni teknolojiler geliştirmek üzere çalışmaktadırlar.

- Uyumak üzere olan sürücüler uyandıran araba koltukları,
- Kalp atışlarınızı dinleyen yatak çarşafları,
- Tendonlarınızı zarara vermek üzere olduğunuzu bildiren çoraplar,
- Mobil telefon ile ya da mp3 çalar ile birleştirilmiş montlar,

- Rulo yapılabilen kumaş klavyeleri,
- Koltukların koluna ilştirilen televizyon müzik seti kumandaları,
- Halı yada perdeye gizlenmiş elektrik düğmeleri,
- kumaş piyanolar,
- Giyilebilir müzik aletleri,
- Düşük dozlu elektro magnetik radyasyona karşı koruma sağlan elektronik kumaşlar,
- Oda sıcaklığına göre renk değıştiren dokumlar,
- Sağlığını kontrol eden ve bluetooth yada w-fi gibi kablosuz iletişim ağıları ile doktorunuzu durumunuzdan haber eden giysiler,
- Ne kadar hızlı koştuğunuzu söyleyen ayakkabılar vb. bu çalışmalardan bazılarıdır [Gökalp, 2005]

4.3.1. 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.

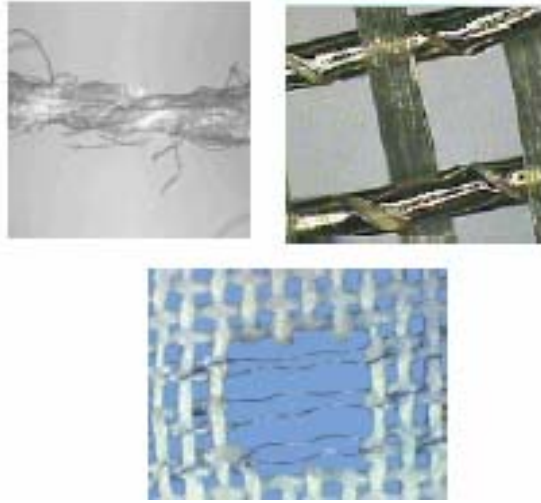
Sıcağa karşı olduğu gibi, soğuk ortam şartlarında da insan organizmasının korunması, ileri teknoloji uygulamaları için bir çalışma alanı oluşturmuştur. Isı yalıtımı sağlayan giysi kavramından bahsedilen yerlerde genel olarak birden fazla tekstil materyalinin katmanlar halinde bir araya getirilmesi algılanmış 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 değışimlere cevap verebilecek şekilde dizayn edilen ısıtma giysileridir.

Isıtma fonksiyonuna sahip akıllı giysilerde kıyafet içerisine yerleştirilen ısıtma kaynağı-ısıtıcı yapılar yardımıyla yeterli termal ortam oluşturularak kullanıcının dış ortamdaki etkilenmemesi hedeflenmektedir. Şekil 4.53’de Finlandiya Tampere Teknoloji Üniversitesi tarafından geliştirilen elektrikli ısıtma özelliğine sahip bir giysi prototipinin genel görüntüsü verilmektedir [Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004].



Şekil 4.53. Isıtıcı Bir Giysi Prototipi [Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004]

Isıtma fonksiyoneli ile ilgili yapılan çalışmalarda metalik yapılar-rezistans sistemleri, grafit malzemeler, iletken kauçuk, su ısıtmalı 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. Bu alanda üretilen ürünler incelendiğinde iletken tellerin-liflerin iplik üzerine yerleşiminin gevşek yapılı veya iplik üzerine büküm verilerek kullanıldığı görülür. Şekil 4.54’te iletken tellerin iplik ve kumaş yapıları içerisine yerleştirilme biçimleri verilmiştir [Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004].



Şekil 4.54. İletken Liflerin Tekstil Yapılarında Kullanım Şekilleri
[Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004].

İletken tellerin veya liflerin iplik üzerine yerleşiminin ilk tipi olan gevşek yapı biçimi, genellikle dokusuz yüzey (non-woven) ürünlerde kullanılırken, iplik üzerine büküm verilerek hazırlanan ikinci yapı ise dokuma ve örme kumaşlarda uygulanmaktadır [Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004].

4.3.1.1. Isı Depolayan ve Isı Düzenleyici Tekstiller

Geleneksel ısı izolasyon materyalleri, örneğin pamuk, keten, ipek, yün ve poliester, poliamid ve poliakrilik, vb. Liflerden oluşan kumaşlar, kumaşta bulunan hava keseciklerinin sayısı ile belirlenen ısı kaybına belirli bir dereceye kadar direnç gösterebilmektedir. 1980'lerin sonundan beri üretilen güneş ışını seçen ve absorbe edebilen tekstiller, güneş ışınlarındaki yakın infrared ışınlarını absorblayabilmekte ve ısıya dönüştürerek giysinin iç sıcaklığını arttırabilmektedir. 1980'lerin sonunda üretilmeye başlanan uzak-infrared tekstiller vücuttaki uzak infrared ışınlarını absorblayabilmekte ve ısıya dönüştürebilmektedir. 1990'ların başında endüstrileşmiş olan, ultraviyole absorblayan ve serinlik hissi veren kumaşlar, ultraviyole ışınlarını absorbe ederek ve güneşten gelen yakın infrard ışınlarına

yansıtarak giysinin iç sıcaklığını düşürmektedir. Bütün bu yeni fonksiyonelli tekstiller, tek yönlü sıcak ayarlı ısı izolasyonlu materyallerdir [Tao, 2001].

4.3.1.2. Isıtıcı Akıllı Giysi Örnekleri

Doğal veya sentetik hammaddelerden yapılan herhangi bir tekstil ürünü yani giysi, elektronik yapıları üzerinde bulunduran bir taşıyıcı işlevini görmektedir. Şu ana dek gerek prototip aşamasında olan gerek de ticari olarak piyasaya sürülmüş ürünler şu şekilde sıralanabilmektedir.

1. Isıtmalı yelek; -25°C 'nin altındaki sıcaklıklarda dahi çalışma kapasitesine sahiptir. Kesintisiz 6–8 saat görev yapabilir. Karbon liflerinin kullanıldığı, şarj edilebilen piller yardımıyla çalışan bir ısıtma sistemi mevcuttur.
2. Isıtıcı paneller; Active Sports Fashion Design Consultancy firması tarafından geliştirilmiştir. Isıtma fonksiyonunun sağlanabilmesi amacıyla bir giysi yapısı içerisine çeşitli bölgelere monte edilmektedir.
3. Isıtmalı çorapları; Cabela firması tarafından geliştirilmiştir. Bir pil tarafından sağlanan enerji ile çorabın ısıtılması sağlanmaktadır. Askeri güvenlik alanları ile doğa sporlarında kullanımı hedeflenmektedir.
4. Met5 ceket; North Face firması tarafından geliştirilmiştir. Su geçirmez bir dış yüzey içerisine yerleştirilen ısıtıcı yapı bulunmaktadır. Güç kaynağı olarak şarj edilebilen lityum-iyon piller kullanılmaktadır.
5. Isıtmalı ceket; Dış ortamda görev yapan kişiler için geliştirilmiştir. Tek bir şarj ile 5-6 saat ısıtma yapılabilir. Demonte edilebilen kollar ile yelek biçimine dönüştürülebilir. Bir kaç dakika içerisinde 30°C sıcaklığa çıkabilecek özelliktedir.
6. Isıtmalı eldiven; Bilek kısmına yerleştirilen pil, güç kaynağı olarak kullanılmaktadır. Motosiklet kullananlar ile dağlık bölgelerde görev yapanların kullanması hedeflenmiştir. Eldivenin alt ve üst yüzeyine yerleştirilen ısıtıcı yapılar sıcaklık artışını sağlamaktadır [Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004].

Şekil 4.55’de ısıtıcı akıllı giysi örnekleri görülmektedir.



Şekil 4.55. Isıtıcı Giysi Örnekleri [Sahin, Bulgun ve Kayacan, 2004]

4.3.2. Kamuflaj Giysileri

Bilim adamları bulundukları ortama göre renk değiştiren bukalemun benzeri savaş giysisini geliştirebilmek için hayvanlar üzerinde çalışmaktadırlar. Kumaş içine tutturulmuş iletken elyaf sayesinde ısıtılıp soğutuldukça termokromatik mürekkeplerinin renk değiştirdiği kumaşlar üretilmektedir. Tekstil materyallerinin böyle bir özelliği, etrafındaki baskın renklere devamlı adaptasyonu sayesinde kullanıcılarının varlığının görülmemesini sağlamaktadır.

Teknoloji, giysinin yüzeyinin bir bukalemun gibi davranmasını sağlayacak kadar gelişmektedir. Eğer bir asker mermer bir sütuna dayanırsa giysi bu rengi alır veya asker siyah ziftle kaplanmış alanda duruyorsa giysi bu renge bürünecektir. Bu bir “tüm mevsimlik” su geçirmez giysidir ve askerin iç vücut sıcaklığına göre

değişmektedir, böylece giysi değiştirme ihtiyacı kalmamaktadır. Bu ürün, giyen insanın transparan olduğu yönünde bir izlenim vermektedir. Tam olarak görünmezlik sağlayan bir giysi olmasa da bu olağanüstü giysi, giyen insanın arkasındaki insanları ve nesneleri görmeye olanak vermektedir Optik kamuflaj teknolojisi, giysinin arkasına takılan bir lens ile çalışır. Bu lens arkadaki görüntüyü alır ve giysinin ön tarafına yansıtır [Şahin, Bulgun ve Kayacan , 2004b].

Bulunduğu ortama göre renk değiştiren giysilerin yanı sıra görünmez giysiler üzerinde de çalışılmaktadır. Örneğin Tokyo Üniversitesi'nden Prof. Susumi Tachi ve ekibinin geliştirdiği kamuflaj elbisesi, giyen kişiyi görünmez kılmaktadır. Giysideki sensörler, öndeki görüntüyü, arka kısma; arkadaki görüntüyü ise ön yüze yansıtmaktadır (Şekil 4.56) [www.hightex2005.com, 2005] .



Şekil 4.56. Görünmez Giysi [www.hightex2005.com, 2005]

4.3.3. İnsan Sağlığında Kullanılan Akıllı Giysiler

Giyilebilen ve kablosuz bilgi aktarımı alanlarındaki ilerlemelerin birleşmesi ile geliştirilen akıllı tişörtler, kişisel sağlık ve yaşam tarzı bilgilerini elverişli bir biçimde toplama, iletme ve analiz etme olanağı tanımaktadır. Gorgia Teknoloji

Enstitüsü mühendislerince geliştirilen ‘SmartShirt’, giyen kişinin kalp atışlarını, nefes alışını ve vücut sıcaklığını izleyerek, gerekli durumlarda kablosuz iletişim ağı ile gerekli kişileri anında haberdar edip PC veya PDA yolu ile çıktı sağlamaktadır (Şekil 4.57) [www.gtwm.gatech.edu, 2004].



Şekil 4.57. Dokunmuş Giyilebilir Anakart [www.gtwm.gatech.edu, 2004]

Geliştirilen bu akıllı giysi doktorlara kullanıcının hayati fonksiyonları ile ilgili sinyalleri bir bilgisayar gibi gösterebilmektedir. Smart Shirt plastik optik liflerle ve diğer özel liflerle dokunmuş kumaşıyla bir anakart gibi davranmaktadır. Özellikle askeri amaçlı olarak kullanılan bu giyside, nüfuz eden merminin yerini tam olarak belirleyebilmek için plastik optik lifin bir ucundan diğer ucuna bir sinyal gönderilmektedir [www.gtwm.gatech.edu, 2004].

Yaşamsal semptomları izleyen elektronik algılayıcıların enerjisi, kumaşın dokunmasına dahil edilen akım taşıyan lifler ile sağlanmaktadır. Monitör ise tişörtün yıkanabilmesi için istendiği zaman çıkartılabiliyor. 2001 yılının en iyi buluşlarından biri olarak görülen ürüne ilk olarak Ekim 1996’da ABD donanması fon ayrılmış 2000 yılında ise, ticarileştirilmek üzere Sensatex firmasına lisansı verilmiştir.

Doğal lifleri, oldukça ince kablolar ve optik liflerle birleştiren elektronik kumaş, Smart Tişört 'ün temelini oluşturmaktadır. Kullanılan teknoloji ipek, pamuk, yün gibi herhangi bir kumaş türüne uygulanabilmektedir. İlk olarak savaşta askerlerin kullanımı için tasarlanmış Smart Tişört astronot, atlet, itfaiyeci, polis gibi meslekleri gereği zor durumda kalabilecek kişilerin, kronik hastalıkları olanların, yalnız yaşayan yaşlıların ve bebeklerin izlenmesi ve ilk yardımı için, tıbbi açıdan büyük kolaylık getirecektir. Tuzağa düşürülmüş askerlerin tam olarak yerini belirleyebilmesi ve sağlık ekiplerine askerlerin durumu ile ilgili detaylı bilgi vermesi ise ordunun ilgisini çeken yanıdır.

Optik ve elektrik iletimini sağlayan lifler, “smart shirt” olarak adlandırılan ekranında kalp atış hızını, EKG, solunumunu, sıcaklığı gibi çok önemli verileri gösteren tişörtün üretiminde kullanılmıştır.

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 4.58). Giysi anne veya babanın PDA yada PC'si ile kablosuz iletişim kurabilmektedir. Bebeğin nefes alıp vermesi durduğunda giysi bir alarm göndermektedir.



Şekil 4.58. Bebekler için Akıllı Tulum [www.spectrum.ieee.org, 2004]

İtalyan Dappolonia firmasının geliştirilen giysideki teknoloji, kullanıcının kolunu kaldırmasına yardımcı oluyor. Giysinin özellikle felçliler için önemli bir teknolojik gelişme olduğu belirtiliyor (Şekil 4.59) [www.hightex2005.com, 2005].



Şekil 4.59. Felçliler için Geliştirilen Giysi [Gökalp, 2004]

4.3.4. Giyilebilir Bilgisayarlar

Bilim adamları Evrensel Seri Veriyolu (USB) kablolarının kumaş versiyonunu geliştirmek amacıyla çalışmalarını sürdürmektedir. USB kabloları, bugünün bürolarında ve ev bilgisayarlarında internete bağlanmada ve diğeri veri iletimi işlerinde kullanılmaktadır. Normalde rijit, ağır ve plastik bir kaplaması olan USB kabloları, düz bağlayıcılar ile ince, esnek ve giyilebilir bir yapıya bürünmüştür.

Üretilen kumaşların, uygulanan testler ve değerlendirme çalışmalarından sonra, normal bir USB gibi çalıştığı görölmüştür. Güç ve verilerin tekstil malzemeleri aracılığı ile gönderilebileceğini öğrendikten sonraki adım askerin taşıdığı bilgisayara veri göndermek için sensörleri nasıl ve nereye yerleştireceğimizi düşünmektir. Sensörler kumaşın kendisine tutturulabilir veya gömülebilir ve giysi sisteminin içinde, ortasında veya dışında olabilirler. Hem elektronik yapıların hem de sensörlerin entegrasyonu güvenlikle, rahatlıkla, performansla ve dayanıklılıkla ilgili yeni meseleleri ortaya çıkarmıştır.

Giyilebilir kablonun başarısı giyilebilir, esnek ve tekstil tabanlı squad-seviyeli iletişim radyoları için antenler gibi diğer uygulamalara da yol açmıştır. Anten, Modüler Hafif Ağırlıklı Yük Taşıyan Ekipman atletine entegre edilmiştir. Bu gelişmelerden sonra elektrikli battaniler geleneksel kablo yığınları ve rijit yapısıyla alışık olduğumuz yapısından kurtulmuştur. Yeni battaniler daha hafif, daha esnek, makinede yıkanabilir ve kurutulabilir ürünlerdir. 100-Watt gücünde bir elektrik lambası kadar enerji harcayarak dengeli-düzenli bir şekilde ısıtmaktadır [Şahin, Bulgun, Kayacan, 2004b].

Geçmişte, askerler, görev için yola çıktıklarında birkaç saat önceki bilgileri içeren haritalara güvenmek zorundalardı. Ancak Piyade Üniforması “Land Warrior Sok” sayesinde, her bir asker kasklarına monte edilen GPS sistemi, küçük bir kablosuz ses ve veri iletimi sistemi ve bir intra-squad Yerel Alan Ağına bağlı giyilebilir bir bilgisayar sayesinde o dakikaya ait bilgileri alabilmektedirler. Kask üzerinde bulunan ve aşağı inen bir ekran askerlerin karanlıkta etraflarını görebilmesini silahına bağlı gece görüş sistemlerini ve termal sensörleri kullanmasını sağlamaktadır. Bu ekran ayrıca düşman askerlerin ve dost askerlerin nerede bulunduklarını ve durum haritasını gerçek zamanlı olarak her bir askerin görebilmesini sağlamaktadır. Amaç savaşçıyı, olası bir saldırı durumunda hemen cevap verebilmesi için mümkün olan en az sayıda hamle ile uygulayabileceği hamleleri yapmasını akıllı tekstiller yoluyla sağlamaktır [Şahin, Bulgun, Kayacan, 2004b].

Askeri alan dışında insanın günlük hayatını kolaylaştıran akıllı giysiler de geliştirilmiştir. MP3, radyo çalabilen, kayıt yapabilen, mikrofonu olan ve cep telefonu fonksiyonu olan giysiler geliştirilmiştir (Şekil 4.60).



Şekil 4.60. Radyo Çalabilen Ceket [www.spectrum.ieee.org, 2004]

Giyilebilir elektroniklerin daha çekici yapılabilmesi için yapılan çalışmalarda, iletken materyaller kullanılması gerektiği ve hafif, kablosuz ürünler üretilmesi gerektiği üzerinde çalışmalar yapılmıştır. Metalik ve optik liflerin, ipliklerin, kumaşların, elbiselerin ve mürekkeplerin kullanılması ile iletim sağlanır ve kablosuz tekstil ürünler yapılmış olur.

Diğer bir üretme yolu anlık elektrik ileten iletken liflerin kullanılması ile olmaktadır. Bunlar kontinü filament olarak üretilbildiği gibi stapel olarak üretilip sıradan iletken olmayan lifler ile birlikte eğrilebilir. Bu şekilde elde edilen iplikte değişik derecede iletkenlik seviyeleri elde edilir.

4.3.5. Giyim Dışında Kullanılan Akıllı Tekstiller

İngiliz Softswich firması katlanabilir kumaş, klavye ve fare üretmektedir (Şekil 4.61 ve 4.62). Bu klavye ve fare kişisel dijital yardımcılara (PDA) ve cep telefonlarına bağlanabilmektedir.



Şekil 4.61. Kumaştan Yapılmış Mouse [www.softswich.com, 2005]



Şekil 4.62. Kumaştan Yapılmış Klavye ve Mouse [www.softswich.com, 2005]

Bir kanepenin koluna entegre edilmiş kumanda veya bir perdeye entegre edilmiş ışık düğmesi örnekleri de Softswich'in ürettiği hassas basınç veya hareketler ile geliştirilen ürünlerindendir (Şekil 4.63)



Şekil 4.63. Koltuğa Entegre Kumanda (solda) ve Perdeye Entegre Lamba Düğmesi (sağda) [www.softswich.com, 2005]

4.3.6. Oda Sıcaklığına Göre Rengi Değişen Kumaşlar

Giyilebilen müzik çalarların yanı sıra elektronik tekstil ürünlerine reklam, güvenlik sistemleri, tasarım gibi alanlarda artan bir talep olacağı düşünülmektedir. Örneğin, İnternational Fashion Machine (IFM) Maggie Orth'un tasarladığı elektrotlar ve termokromik mürekkep ile donatılmış kumaş, oda sıcaklığındaki değişimlere tepki olarak renk değiştirebilmektedir. Duvarlardan halılara kadar her yerde kullanılabilecek bu tür bukalemun malzemeler, iç mimarlar ve reklamcılar için büyük potansiyel taşıyabilmektedir. Bir Alman bilgisayar chip firması olan Infineon Technologies de, davetsiz misafirleri ve yangınları sezebilen halılar geliştiriyor. Bu halılar, basınç, titreşim ve ısı belirleyici algılayıcılar ile donatılmıştır.

Dokuma kumaş ile elektroniğin birleşmesi iç dizaynda yeni bir devir açmıştır. Massachusetts Institute of Technology kurumunu tarafından geliştirilen Electric Plaid™ olarak bilinen bu kumaş bulunduğu ortama göre renk değiştirmektedir. Bu kumaş boyanmamış sert ipliklerin, elektronik bir güç sağlanan termokromik mürekkepler ile boyanması ile boyanması sonucu oluşan ipliklerin birlikte dokunması ile oluşmaktadır. Esnek olan bu kaplamalar, değişik programlar yüklenerek, elektronik kablolardan gelen ısıya göre renk değiştirilebilmektedir.



Şekil 4.64. Sıcaklığa Göre Renk Değiştiren Kumaş [Gökalp, 2004]

4.4. Akıllı Tekstillerin Ökolojik Etkileri

Kumaş içine yerleştirilen ya da kumaşla birlikte dokunan polimer bazlı elektriksel ve optik iletkenlerin değişik alıcı ve vericilerle bazı fonksiyonları yerine getirmesi söz konusudur. Elektriksel elemanlarla tekstillerin bütünleşmesi sonucunda oluşan akıllı tekstillerin kalite analizleri ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Burada sadece tekstil hammaddesinden kaynaklanan tasarımlar kapsam dışı tutulmuştur. Söz konusu olan tekstillerle elektroniğin entegrasyonu yoluyla elde edilen efektlerdir [Keil, 2004].

4.4.1. Üretim

Akıllı tekstillerin üretiminde ağırlıklı olarak kimyasal elyaf kullanılmaktadır. Sadece spor yün giysilerde ender olarak doğal ve kimyasal elyaf karışımları kullanılmaktadır. Böylece tekstil zincirindeki ekolojik problemler karışım nedeni ile ikiye ayrılmaktadır. Akıllı tekstillerde çoğunlukla elektronik komponentlerden yararlanılmaktadır. Bu komponentlerin ekolojik problemleri de tekstilde olduğu gibi ayrıntılı olarak incelenmiştir.

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 meteryalin 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].

4.4.2. Kullanım

Akıllı tekstillerin kullanımında üç önemli problem vardır. Birincisi akıllı tekstillerin kaynak kullanımından ne kadar yararlanabildiği yani akıllı tekstiller klasik giysilerin yedeği mi yoksa tamamlayıcısı mıdır? Bu soru özellikle cep

telefonu ve taşınabilir eğlence elektroniği MP3 ve CE çalıcı kullanımında gündeme gelmektedir. Bu durumlarda gerekli olan akımın özellikle yoğun kullanma nedeni ile zayıfladığı gözlemlenmektedir. Bu yüzden, bu tür akıllı giysilerin kullanıcının ihtiyaçlarını her ortamda giderebilecek kadar güçlü elektronik beslemeye sahip olmaları gerekmektedir. Diğer taraftan blue jeans gibi çok fonksiyonlu giysilerin akıllı tekstillere dönüştürülmesi, kullanıcının, zaman zaman bu tür işlevlerden akıllı tekstil olmadan da serbest konumda yararlanmak isteyeceği dikkate alınmalıdır.

İkinci problem ise ürünlerin insan ekolojisidir. Elektronik komponentler her ne kadar kapsül içinde korunsalar da, bunların elektromanyetik dalgalar yoluyla radyasyon yaymaları kaçınılmazdır. Şu aşamada bu etkilerin önlenemediği dikkate alınırsa, elektronik ünitelerin vücuda çok yakın bölgelerde bulunması risk yaratmaktadır. Bu amaçla akıllı giysilerin tekstilleri geliştirilirken, radyasyonu engellemesi, diğer taraftan da ünitenin alıcı/verici fonksiyonlarını engellememesi sağlanmalıdır. Bunun yanında radyasyonun kullanıcı çevresini etkilememesine de önem verilmelidir.

Üçüncü problem ise, tekstillerin genellikle ıslak temizleniyor olmasıdır. Bu aşamada elektronik parçaların kapsüllenmesi tekrar gündeme gelmektedir. Eğer akıllı giysilerin elektronik parçaları suda çözünebilir cinsten ise, kapsüllerin bozulması halinde yıkama suyunun zararlı maddelerle yüklenmesi gündeme gelmektedir. Yine elektronik parçaların yapı grupları suya karışıp kanalizasyonla birleşirse, içme suyu ile fiziksel temas haline gelmesi riski az da olsa mevcuttur. Bu problem güvenlik filtreleri ile önlenabilmektedir. Akıllı tekstil üreticisinin tüketiciye her ürün için bir filtre ve kullanma talimatı vermesi uygun bir çözüm gibi görünse de, bu birçok tüketiciye karmaşık gelecek, bedava dahi olsa böyle bir uygulama yapmayı reddedecektir [Keil, 2004].

4.4.3. Geri Kazanma

Elektronik ürünlerin kullanım süresi dolduktan sonra ne yapılacağına dair kendine özel çözümleri mevcuttur. Bu akıllı tekstiller için de geçerlidir. Öncelikle tekstil ile elektronik parçaların birbirinden ayrılması gerekmektedir. Bugünkü akıllı

tekstillerde elektronik parçalar kapsüllenmiş ve kumaş üzerine kaynatılmış halde bağlanmış durumdadır. Bu yüzden, böyle bir ayrıştırma, her iki ürünün tekrar kullanımını engellemektedir.

Akıllı gömleklerde ise elektronik yapı grupları tekstil üzerine doğrudan bağlı olmayıp mantar gibi üzerine geçirilmiştir. Kullanımı bittikten sonra çekilip çıkarılabilmektedir. Bu durumda "akıllı gömlek" bir amaç değil bir araç olarak kullanılmıştır.

Böylece, sadece ekoloji bakış açısından değil, kullanıcı açısından da bir cep telefonu, bir MP3 vericisi İstenildiğinde gömlekten çıkarılıp alınabilmektedir. Buna göre de ürünün fiyatı, entegrasyonunun alt yapısına bağlı olmaktadır. Bazı durumlarda ise entegrasyonun modası geçmekte veya giysinin alt yapısına uyum sağlamaz hale gelmekte, ödenen bedelin karşılığı tam olarak alınamamaktadır. Giysi tekstilleri ve elektronik ile son derece yüksek dinamiklikte tüketici ilgisi çekilebilmektedir. Bu noktada tüketici, kendisine sunulan akıllı tekstilin eski elektronik teknolojisi/yeni giysi teknolojisini mi yoksa yeni elektronik teknolojisi/eski giysi teknolojisi ile mi üretildiğini modayla ne kadar uyumlu olduğunu test etmek durumunda kalmaktadır. Akıllı giysiler gelecek yıllarda vitrinleri daha çok süsler hale gelecektir [Keil, 2004].

5. MATERYAL VE METOT

Çalışma kapsamında çevre işletmelerden % 100 pamuk, PES/VİS ve PES/VİS/EA karışımı kumaşlar edinilmiştir. Seçilen bu kumaş numunelerinin ön terbiyesi ve boyaması işletme şartlarında yapılmıştır. Tez konusu çerçevesinde antibakteriyel apre çalışmaları ise, seçilen işletme laboratuvar imkanları ve Ç.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvar olanakları kullanılarak yürütülmüştür. Apresi yapılan kumaş numunelerindeki işlem etkisinin testlerle ortaya konulabilmesi için TÜBİTAK ADANA Üniversite-Sanayi Ortak Araştırma Merkezi (ÜSAM) Tekstilde Ölçme ve Kalite Kontrol Laboratuvarı'ndan faydalanılmıştır. Antibakteriyel testler Kanada'da bulunan Thomson Research Associates'de, Belçika'da bulunan Devan firması laboratuvarlarında ve K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarlarında yaptırılmıştır.

5.1. Materyal

Kimyasal yöntemlerle elde edilen antibakteriyel özellikteki fonksiyonel kumaşlarda, kullanılan kimyasalların kumaşın performans özelliklerine olan etkisinin araştırıldığı bu tez çalışmasında, 3 tip materyal kullanılmıştır.

İlk olarak kimyasal aprenin uygulanacağı kumaş tipleri belirlenmiştir. Bu tür apreler kullanım alanları itibariyle çoğunlukla pamuklu kumaşlara uygulanmaktadır. Çünkü bu özellikler daha çok hastanelerde kullanılan yatak çarşafı, yastık, yorgan kılıfları, bebek giysileri, iç çamaşırları gibi pamuklu kumaşların çoğunlukla kullanıldığı alanlarda istenmektedir. Bununla birlikte; önümüzdeki yıllarda günlük giyimlik kumaşlarda da bu özelliklerin istenmesi beklenmektedir. Bu apre maddelerinin üreticileri de bu kimyasalların günümüzde günlük giyimde büyük yer tutan poliester ve viskon karışımlarda da etkin olarak kullanılabileceğini iddia etmektedirler. Bu bakımdan, bu apre maddelerinin çeşitli tipteki kumaşlarda kumaşın performans özelliklerine olan etkilerinin belirlenebilmesi için, % 100 pamuk, PES/VİS ve PES/VİS/EA karışımı kumaş olmak üzere 3 tip kumaş seçilmiştir.

Seçilen kumaşlara uygulanmak üzere, ülkemizde ticari olarak en çok tercih edilen apre eşitleri belirlenmiştir. Bunlar farklı kimyasal yapılara (triklosan esaslı, quarterner amonyum tuzu esaslı) sahiptir. Bu apre maddeleri emdirme ve ektirme yöntemleri ile kumaşa aplike edilmiştir. Emdirme aplike yönteminde farklı iki konsantrasyonda denemeler yapılmıştır. Aplikasyonlardan sonra kumaşın performans özelliklerindeki değişim belirlenmeye çalışılmıştır.

Apre alışmaları bittikten sonra, kumaşın performans özelliklerindeki değişim çeşitli laboratuvar testleriyle belirlenmiştir. Burada çeşitli sarf malzemelerini içeren materyaller kullanılmıştır.

5.1.1. Çalışmada Kullanılan Kumaşlar

Tez kapsamında % 100 pamuk, PES/VİS ve PES/VİS/EA karışımı olmak üzere 3 tip kumaş seçilmiştir.

% 100 pamuklu kumaş Adana Organize Sanayi Bölgesi'nde faaliyet gösteren Fibatek Tekstil'den (Dokuma İşletmesi) ham halde alınmış ve yine aynı yörede bulunan Misis Apre Tekstil'de (Boya-Terbiye İşletmesi) n terbiyesi ve boyaması yapılıp apreye hazır hale getirilmiştir. PES/VİS ve PES/VİS/EA karışımı kumaşlar ise Adana yöresinde bulunan bir diğer fabrika olan Özbucak'tan alınarak n terbiyesi ve boyaması işletmede yapılmış, apreye hazır hale getirilmiştir. Kumaşların karakteristik özellikleri izelge 5.1'de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Çalışmada Kullanılan Kumaşların Konstrüktif Özellikleri

Özellik		Pamuk	PES/VİS	PES/VİS/EA
Hammadde	Atkı	20x20 % 100 Pamuk	150 denye PES	28/2 PES/VİS 50/50 44 dtex Lycra 48,5/48,5/3
	Çözüğü	% 100 Pamuk	20/1 PES/VİS 20/80	28/2 PES/VİS 50/50 44 dtex Lycra 48,5/48,5/3
	Toplam	% 100 Pamuk	PES/VİS 47/53	PES /VİS/EA 48,5/ 48,5/3
Mamul Atkı Sıklık		21	29	19
Mamul Çözüğü Sıklık		43	29	25
Mamul Gramaj (g/m ²)		200	150	250
Örgü		1/1 Ribs	Bezayağı	Bezayağı

5.1.2. Çalışmada Kullanılan Kimyasallar

Çalışmada çeşitli firmalardan edinilen kumaşlara işletme şartlarında ön terbiye ve boyama işlemleri yapılmıştır. Boyaması yapıldıktan sonra numune kumaşlara çeşitli antibakteriyel apreler emdirme ve çektirme yöntemlerine göre laboratuvar şartlarında aplike edilmiştir. Kumaşların performans özelliklerine olan etkileri incelenmiş olan apre maddeleri Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Çalışmada Kullanılan Antibakteriyel Apre Maddeleri

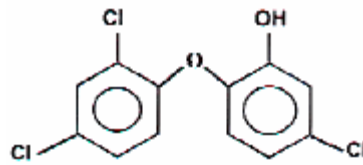
Kodu	pH	Kimyasal Yapısı	Ticari İsmi
A1	pH 7,1	Non-iyonik (Triklolan)	ULTRA-FRESH NM
A2	pH 2,9	Non-iyonik (Triklolan)	ULTRA-FRESH FT-7
A3	pH 4,5	Katyonik (Alkoksilan quarternary amonyum tuzu)	AEM 5772/5

5.1.2.1. Ultra-Fresh NM (A1) Antibakteriyel Apre Maddesi

Ultra-Fresh NM Antibakteriyel apre maddesi sentetik ve sentetik/selüloz karışımı kumaşlar için kullanılmaktadır [Setaş Kimya Ürün Kataloğu, 2005].

Kimyasal yapısı triklosan esaslıdır. Antibakteriyel liflerde yaygın olarak kullanılan triklosan bileşiği, klorlanmış bisfenileter yapısındadır ve pek çok antibakteriyel lifte aktif madde olarak kullanılmaktadır. Triklosanın sentezinde dioksin ve dibenzofuran gibi kanserojen yan ürünler ortaya çıkabilmektedir. Triklosan; Staphylococcus aureus, MRSA, E. Coli ve Klebsilla gibi birçok bakteri alanına karşı etkilidir. Pseudomonas gibi bakterilere karşı az etkilidir ve mantarlara karşı sadece marjinal olarak etkilidir. Triklosanın, Trichophyton mentagrophytes (atletlerin ayaklarında görülen), Aspergillus repens ve Aspergillus niger'i içeren çeşitli mantarlara karşı etkili olduğu bazı kullanıcılarca doğrulanmıştır.

Triklosan (1) kozmetikte, sabunlarda, deodorantlarda, dis macunlarında ve ağız temizleyicilerinde kullanımı için belgelendirilmiştir. Bu nedenle tekstil malzemesinde kullanımı güvenlidir ve kullanılan konsantrasyonlarda alerjik reaksiyona neden olmadığı da belirtilmektedir. Triklosan bakterinin hücre zarından içeriye girerek bakterinin büyümesi, ya da üremesi gibi fonksiyonlarına engel olmaktadır. Fakat kalın hücre zarlarından geçememektedir ve böylece kırmızı kan hücresine zarar verememektedir. Bu nedenle insan ve hayvanlarda kullanımı zararlı değildir [Süpüren ve arkadaşları, 2006].

**(1)****Özellikleri:**

- Kimyasal yapısı: Triklosan esaslı
- İyonik yapısı: Noniyonik
- Görünüşü: Renksiz sıvı

- pH aralığı: 7,1
- Çözünürlük: Su ile her oranda karışır.
- Kokuya sebep olan bakterilerin gelişmesini inhibe ederek, giyim ve ev eşyalarında kullanılan pamuk, yün ve sentetik tekstil karışımlarına bakteriostatik özellikler kazandıran emülsiyonlardır.

Aplikasyon yöntemleri [Setaş Kimya Ürün Kataloğu, 2005]:

➤ Çektirme Yöntemi:

- Yıkama dayanımının önemli olmadığı tekstil ürünleri için en ideal ve ekonomik aplikasyon yöntemi boya banyosunda aplikasyondur. Bu aplikasyon yönteminde boya banyosuna ilave edildiğinden boyama ile aynı anda tekstil ürününe antibakteriyel apre de uygulanmış olur. % 1,5-3 oranında kullanılarak, 60 °C’de 30 dk, flotte oranı 1:10-1:20 olacak şekilde işlem uygulanabilir. Aplikasyon sonrası kurutma sıcaklığına dikkat edilmelidir. Kurutma sıcaklığı 175 °C’den yüksek olmamalıdır. Ultra-Fresh NM tüm tekstil boyamasında kullanılan yardımcılar ve boyarmaddelerine eklenebilir. İstenen boyama proseslerinde değişikliğe gerek kalmadan boyanmış, bitim işlemine tabi tutulmuş kumaşlara antibakteriyel aktivite kazandırmaktır.
- Yıkama dayanımının önemli olduğu durumlarda Ultra-Fresh NM çektirme aplikasyon yöntemine göre tekstil ürününe tek başına applike edilebilir. 40-50 °C’de 20-30 dk’lık bir işlem yeterlidir. Flotte oranı 1:10-1:20 arasında olmalıdır.

➤ Emdirme Yöntemi:

- Emdirme yöntemine göre 25-30 °C banyo sıcaklığında, 10-20 g/lt kullanılarak pH 5-5,5 (asetik asit ile)’de uygulanabilir. Kurutma sıcaklığının 175 °C’yi geçmemesi gerekmektedir.
- Mamule yalnız başlarına applike edilecekleri gibi çeşitli apre işlemleri ile beraber de kullanılabilir.

➤ Pigment Baskı Kekleri , Dispersiyonlar:

- % 0,3-5,0 Ultra-Fresh NM karışım içerisine, üretimin uygun bir safhasında pigment pres keklerinde, dispersiyonlarda ve mürekkepteki bakteri büyümesine direnç kazandırmak için eklenir.

➤ Polimerik Sistemler:

- Köpük, lateks ve poliüretan eldivenler polimerik matrislerine Ultra-Fresh NM verilerek korunur. Kuru polimer ağırlığı baz alınarak % 2,0-5,0 oranında uygulanması tavsiye edilir.

➤ Sentetik ve Selülozik Süngerler:

- Ultra-Fresh NM uygulanacak süngerin vs. ağırlığının % 1,5-3'ü oranında kullanılmalıdır.

5.1.2.2. Ultra-Fresh FT-7 (A2) Antibakteriyel Apre Maddesi

Ultra-Fresh FT-7 Antibakteriyel apre maddesi pamuklu ve karışımlarının yanı sıra yün, naylon, akrilik, rayon, PES ve karışımlarında da antibakteriyel, antifungal, antidust-mite koruma özelliklerini kazandıran bir üründür [Setaş Kimya Ürün Kataloğu, 2005].

Özellikleri:

- Kimyasal yapısı: Triklosan
- İyonik yapısı: Noniyonik
- Görünüşü: Açık sarı
- pH aralığı: 2,9
- Çözünürlük: Su ile her oranda karışır.

Aplikasyon yöntemleri [Setaş Kimya Ürün Kataloğu, 2005]:

➤ Çektirme Yöntemi:

- Yıkama dayanımının önemli olmadığı tekstil ürünleri için en ideal ve ekonomik aplikasyon yöntemi boya banyosunda aplikasyondur. % 0,5-1,5 oranında kullanılarak, 60 °C'de 30 dk, flotte oranı 1:10-1:20 olacak şekilde işlem uygulanabilir. Kurutma sıcaklığı 175 °C'den yüksek olmamalıdır.

- Yıkama dayanımının önemli olduğu durumlarda Ultra-Fresh FT-7 çektirme aplikasyon yöntemine göre tekstil ürününe tek başına applike edilebilir. 40-50 °C’de 20-30 dk’lık bir işlem yeterlidir. Flotte oranı 1:10-1:20 arasında olmalıdır.

➤ Emdirme Yöntemi:

- Emdirme yöntemine göre 25-30 °C banyo sıcaklığında, 10-20 g/lt kullanılarak pH 5-5,5 (asetik asit ile)’de uygulanabilir. Kurutma sıcaklığının 175 °C’yi geçmemesi gerekmektedir.
- Mamule yalnız başlarına applike edilecekleri gibi çeşitli apre işlemleri ile beraber de kullanılabilir.
- Ultra-Fresh FT-7’nin tekstil mamullerine aplikasyonu sırasında binder kullanımı tavsiye edilmektedir. Kullanılacak binder miktarı, kumaş ağırlığı üzerinden % 1-2’dir.

5.1.2.3. AEM 5772/5 (A3) Antibakteriyel Apre Maddesi

AEM 5772/5 Antibakteriyel apre maddesi her türlü pamuklu, pamuk karışımları ve sentetik kumaşa uygulanabilen tekstil materyali için bakteriyel büyümeyi ve kokuyu önleyici yapıda olan kalıcı bir apre maddesidir [Gemsan Ürün Kataloğu, 2005].

Özellikleri:

- Maddenin yapısı: Alkoksasilan kuarterner amonyum tuzu
- İyonik yapısı: Katyonik
- Görünüşü: Berrak sıvı
- pH aralığı: 5
- Küf, maya, mantar ve gram pozitif ve negatif bakterileri kapsayan geniş bir spektrum mikroorganizmalara karşı etkilidir.
- 40 yıkamaya kadar dayanıklıdır.
- Uygulandığı elyafın yapısına zarar vermez.
- Arsenik, ağır metaller veya poliklorine fenol içermez.

- Kumaşın tutumunu iyileştirir.

Aplikasyon Yöntemleri [Gemsan Ürün Kataloğu, 2005]:**➤ Çektirme Yöntemi**

- Eğer çektirme yöntemine göre kumaşa uygulanıyorsa, işlem 40 °C’de 20 dk süre ile yapılmalıdır.
- Kumaş ağırlığı üzerinden % 3-5 oranında kullanılmalıdır.
- Antimikrobiyal malzemeyi uyguladıktan sonra, silanol grupların kondenzasyonu için maksimum 150 °C’de kurutma yapılmalıdır. Eğer 150 °C’nin üzerinde kurutma yapılırsa, kumaşlarda hafif bir sararma görülebilir.

➤ Emdirme Yöntemi

- Emdirme yönteminde kullanım miktarı 30-50 g/lt arasındadır.

➤ Spray Yöntemi

- Spray yönteminde kullanım miktarı % 3-5 oranındadır.

AEM 5772/5 diğer finisaj ürünleri ile birlikte de kullanılabilir. Ürünün katyonik yapısından dolayı sadece noniyonik ve katyonik malzemeler ile birlikte kullanılabilir. AEM 5772/5 ile yapılan bazı kombine bitim işlemi örnekleri aşağıdaki gibi olabilmektedir.

- Havluluk kumaş için AEM 5772/5 ve yumuşatıcı,
- Halı için AEM 5772/5 ve florokarbon apre,
- Çadırılık kumaş için AEM 5772/5 ve su itici apre,
- PP elyaf için AEM 5772/5 ve spin-finish.

Kullanım Alanları [Gemsan Ürün Kataloğu, 2005]:

- Pamuk/polyester karışımı kumaşlar
- Halı ve kilimler
- Dış giyimde kullanılan kumaşlar
- İç giyimde kullanılan kumaşlar
- Naylon çoraplar
- Dokusuz yüzeyler
- Havlu kumaşlar
- Tıbbi amaçla kullanılan ketenler

- Tek kullanımlık çocuk bezi
- Çadır, muşamba ve yelken kumaşı
- Duş perdeleri
- Şemsiyelik kumaşlar.

5.2. Metot

Yapılan tez çalışmasında, günümüzde antibakteriyel özelliklerin en çok istendiği ve kullanım alanı bulduğu pamuklu kumaşların yanı sıra önümüzdeki yıllarda bu özelliğin önem kazanmaya başlayacağı ve kullanım alanı olarak yaygınlaşacağı düşünülen PES/VİS ve PES/VİS/EA kumaşlar kullanılmıştır.

Ön terbiyesi ve boyaması işletme şartlarında yapılmış olan bu kumaşlara tez konusu çerçevesinde antibakteriyel apre çalışmaları laboratuvar şartlarında gerçekleştirilmiştir. Emdirme yöntemi ile aplikasyon çalışmaları Özbucak İşletmesi laboratuvar imkanları kullanılarak, çektirme yöntemi ile aplikasyon çalışmaları ise Ç.Ü. Tekstil Mühendisliği Bölümü laboratuvar olanakları kullanılarak yapılmıştır.

Apresi yapılan kumaş numunelerindeki işlem etkisinin testlerle ortaya konulabilmesi için TÜBİTAK ADANA Üniversite-Sanayi Ortak Araştırma Merkezi (ÜSAM) Tekstilde Ölçme ve Kalite Kontrol Laboratuvarı'ndan faydalanılmıştır. Bu laboratuvar da kumaşların fiziksel ve haslık özellikleri incelenmiştir. Antibakteriyel testler Kanada'da bulunan Thomson Research Associates'de, Belçika'da bulunan Devan firması laboratuvarlarında ve K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarlarında yaptırılmıştır.

5.2.1. Kumaşlara Uygulanan Ön Terbiye ve Boyama İşlemleri

Tez çalışması kapsamında temin edilen kumaşlara ön terbiye ve boyama işlemleri işletme şartlarında yapılmıştır. % 100 Pamuklu kumaşa ön terbiye ve boyama işlemleri Misis Apre Boya ve Terbiye İşletmeleri'nde, PES/VİS ve PES/VİS/EA kumaşa boya ve ön terbiye işlemleri Özbucak İşletmeleri'nde yapılmıştır (Çizelge 5.3, 5.4, 5.5)

Çizelge 5.3. Çalışmada Kullanılan % 100 Pamuklu Kumaşın Ön Terbiye ve Boyama Prosesleri

İşlem No	İşlem Sırası	İşlem Şartları
1	Haşıl Sökümü	120 m/dk, enzimatik
2	Rotasyon	8 saat
3	Kasar-Baraban Kurutma	20 m/dk, 100 °C
4	Yakma	Çift Yüz, bek basıncı 10 mbar, 120 m/dk
5	Pad-Batch Boyama	30 m/dk
6	Rotasyon	8 saat
7	Yıkama	20 m/dk, 90 °C , sabunlu
8	Kurutma	20 m/dk, 190 °C

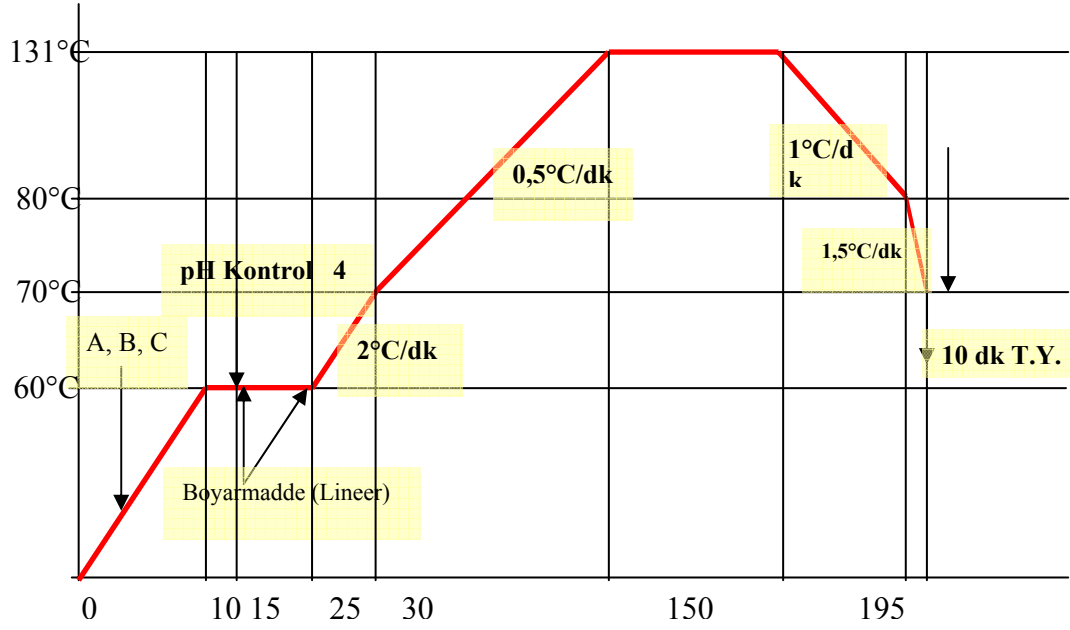
Çizelge 5.4. Çalışmada Kullanılan PES/VİS Kumaşın Ön Terbiye ve Boyama Prosesleri

İşlem No	İşlem Sırası	İşlem Şartları
1	Haşıl Sökme	100 m/dk
2	Haşıl Yıkama	75 m/dk
3	Kurutma	40 m/dk, 160 °C Av % 6-10
4	Yakma	130 m/dk, bek basıncı:9 mbar, kumaş ısı 105 °C Çift yüz, Tans. 80
5	Elyaf Fikse	38 m/dk, 200 °C Avans % 5-8
6	Boyama	Jet
7	Kurutma	40 m/dk, 160 °C Avans % 5-8

Çizelge 5.5. Çalışmada Kullanılan PES/VİS/EA Kumaşın Ön Terbiye ve Boyama Prosesleri

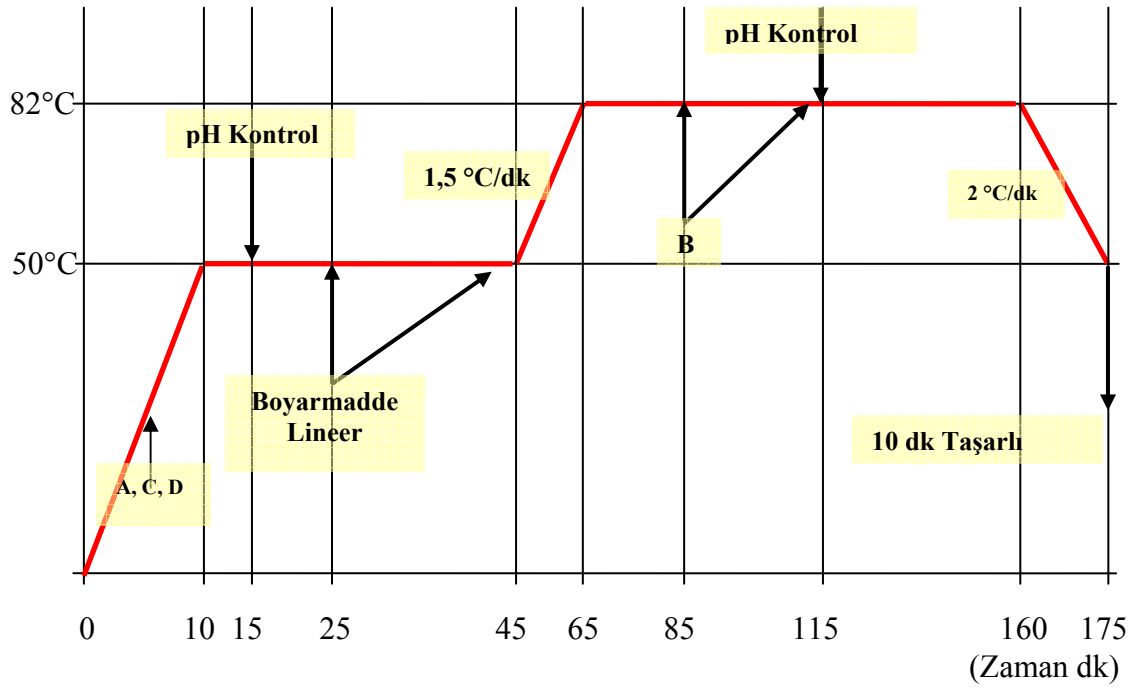
İşlem No	İşlem Sırası	İşlem Şartları
1	Yakma	130 m/dk, bek basıncı:12 mbar, kumaş ısı 80 °C Çift yüz
2	Yıkama	75 m/dk
3	Kurutma	55 m/dk, 160 °C Avans % 2-5
4	Elyaf Fikse	38 m/dk, 200 °C Avans % 5-8
5	Boyama	Jet
6	Kurutma	35 m/dk, 160 °C Avans % 5-20

Şekil 5.1’de çalışmada kullanılan kumaşların boyama grafikleri görülmektedir.



(1)

- A. Dispergator
- B. pH Tamponlayıcı
- C. Kırık önleyici



(2)

A. Dispergator
B. pH Tamponlayıcı
C. Kırk önleyici

(1) Polyesterin Dispers Boyaması

(2) Viskonun Reaktif Boyaması

Şekil 5.1. PES/VİS ve PES/VİS/EA Kumaşın Boyama Grafiği

5.2.2. Kumaşlara Uygulanan Antibakteriyel Apre İşlemleri

Çalışmada % 100 pamuklu, PES/VİS ve PES/VİS/EA olmak üzere 3 farklı kumaşa antibakteriyel apre uygulanmıştır. Antibakteriyel apre uygulaması emdirme ve çektirme olmak üzere iki farklı yöntemle yapılmıştır.

Çizelge 5.6'da çalışmada kullanılan kumaşlara uygulanan antibakteriyel apre uygulama programı görülmektedir.

Çizelge 5.6. Çalışmada Kullanılan Kumaşlara Uygulanan İşlemler

Numune Kodu			Kullanılan Kimyasal	Metot	Konsantrasyon
Pamuk	PES/VİS	PES/VİS/EA			
P0	PV0	PVE0	Apre İşlemi Görmemiş		
P1	PV1	PVE1	A1	Çektirme	% 1,5
P2	PV2	PVE2	A1	Emdirme	40 gr/lt
P3	PV3	PVE3	A1	Emdirme	20 gr/lt
P4	PV4	PVE4	A2	Çektirme	% 1,5
P5	PV5	PVE5	A2	Emdirme	40 gr/lt
P6	PV6	PVE6	A2	Emdirme	20 gr/lt
P7	PV7	PVE7	A3	Çektirme	% 1,5
P8	PV8	PVE8	A3	Emdirme	40 gr/lt
P9	PV9	PVE9	A3	Emdirme	20 gr/lt

5.2.2.1. Emdirme Yöntemi

Emdirme yöntemi ile antibakteriyel apre uygulaması Şekil 5.2’de görülen numune fularda ve Şekil 5.3’te görülen numune ramözde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.2. Laboratuar Tipi Numune Fular [www.atacmakina.com, 2005]



Şekil 5.3. Laboratuvar Tipi Numune Ramöz [www.atacmakina.com, 2005]

Kullanılan bütün kimyasallar için hemen hemen tüm işlem parametreleri aynı tutulmaya çalışılmıştır (Çizelge 5.7). Böylece işlem parametresinden bağımsız olarak, kullanılan kimyasalın kumaşa olan etkisi ortaya konulabilecektir.

Çizelge 5.7. Emdirme Yöntemi ile Yapılan Antibakteriyel Aprelerin İşlem Koşulları

İşlem Parametresi	Fular banyo sıcaklığı (°C)	Fular sıkma basıncı (bar)	Kumaş geçiş hızı (m/dk)	Kullanım miktarı (gr/lt)	Pick-up	pH	Kurutma Şartları
A1	25-30	5,5	2	20-40	60-70	5.4	150 °C 2 dk
A2	25-30	5,5	2	20-40	60-70	5.4	150 °C 2 dk
A3	25-30	5,5	2	20-40	60-70	5.4	150 °C 2 dk

Çalışmada kimyasalın kumaşa etkisinden başka kimyasal konsantrasyonunun kumaşa olan etkisi de incelenmiştir. Bu amaçla tüm kimyasallar için aynı şartlarda fakat 20 gr/lt ve 40 gr/lt olmak üzere iki farklı konsantrasyonda çalışılarak denemeler yapılmıştır.

5.2.2.2. Çektirme Yöntemi

Çektirme yöntemi ile antibakteriyel apre uygulaması Şekil 5.4’de görülen numune HT boyama makinesinde ve kurutma işlemi ise Şekil 5.5’de görülen numune hava sirkülasyonlu kurutma fırınında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.4. Laboratuar Tipi Numune HT Boyama Makinesi



Şekil 5.5. Laboratuvar Tipi Hava Sirkülasyonlu Kurutma Fırını

Çektirme yönteminde de kullanılan bütün kimyasallar için hemen hemen tüm işlem parametreleri aynı tutulmaya çalışılmıştır (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8. Çektirme Yöntemi İle Yapılan Antibakteriyel Aprelerin İşlem Koşulları

İşlem Parametresi	Flotte Sıcaklığı (°C)	İşlem Süresi (dk)	Flotte Oranı	Kullanım miktarı (%)	pH	Kurutma Sıcaklığı (°C)	Kurutma Süresi (dk)
A1	40	20	1/10	1.5	5,5	150	2
A2	40	20	1/10	1.5	5,5	150	2
A3	40	20	1/10	1.5	5,5	150	2

5.2.3. Kumaşlara Uygulanan Testler

Tez çalışmasında numune kumaşlara (işlem görmüş ve görmemiş) Çizelge 5.9'da verilen testler uygulanmıştır.

Çizelge 5.9. Çalışma Kapsamında Numune Kumaşlara Uygulanan Testler

Test Tipi	Test No	Test Adı	Test Standardı
Fiziksel	1	Antibakteriyel Aktivite Tayini	AATCC 147, Disk Difüzyon Metodu, ASTM E2149-01
	2	Kopma Mukavemeti	TS EN ISO 13934-1
	3	Yırtılma Mukavemeti	TS EN ISO 13937-1
	4	Martindale Pilling	TS EN ISO 12945-2
	5	Buruşma Açısı	ISO 9867
	6	Elastikiyet*	BS 4952
	7	Kalıcı Uzama*	BS 4952
Kimyasal (Haslık)	8	Yıkama Haslığı	ISO 105-C06
	9	Sürtünme Haslığı	TS EN ISO 105-X12
	10	Su Haslığı	TS EN ISO 105-E01
	11	Ter Haslığı	TS EN ISO 105-E04

*Elastikiyet ve kalıcı uzama testi yalnızca PES/VİS/EA kumaşa uygulanmıştır.

Çalışmada % 100 Pamuk ve PES/VİS kumaşa elastikiyet ve kalıcı uzama dışındaki tüm testler uygulanmıştır. Elastikiyet ve kalıcı uzama testi elastan içeren kumaşlara yapılan bir test olduğundan dolayı sadece PES/VİS/EA kumaş numunelerine bu test uygulanmıştır. Çalışmada; farklı kimyasal, yöntem veya konsantrasyonla elde edilmiş 10 Pamuklu kumaş numunesine (P0-...-P9) 9 test, 10 PES/VİS kumaş numunesine (PV0-...-PV9) 9 test ve 10 PES/VİS/EA kumaş numunesine (PVE0-...-PVE9) 11 test uygulanarak, toplam 290 test yapılmıştır.

5.2.3.1. Antibakteriyel Testi

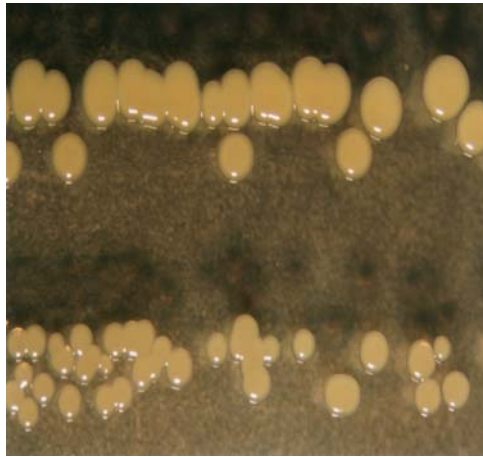
Antibakteriyel test yöntemleri kalitatif ve kantitatif olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir (Çizelge 5.10).

Çizelge 5.10. Kalitatif ve Kantitatif Test Yöntemleri

Kalitatif	Kantitatif
1. AATCC 147-1998 (Antibakteriyel)	1. AATCC 100 (Newyork City Protokolü)
2. AATCC 30-1998 (Antifungal)	2. ASTM E2149-01 (Antibakteriyel, Antifungal)
3. NCCLS M100-S9:1999 (Disk Difüzyon Metodu) (Antibakteriyel, Antifungal)	

5.2.3.1.(1). AATCC 147:1998 Antibakteriyel Test Metodu

- ❖ Antibakteriyel işlem görmüş kumaşın Staphylococcus Aureus adı verilen bakteri ile antibakteriyel aktivitesinin tespit edilmesi esasına dayanır.
- ❖ Test, bakterilerin en kolay ve maksimum seviyede üreyebildikleri (Şekil 5.6) ortam koşulları altında gerçekleştirilir [Şahin, 2005].



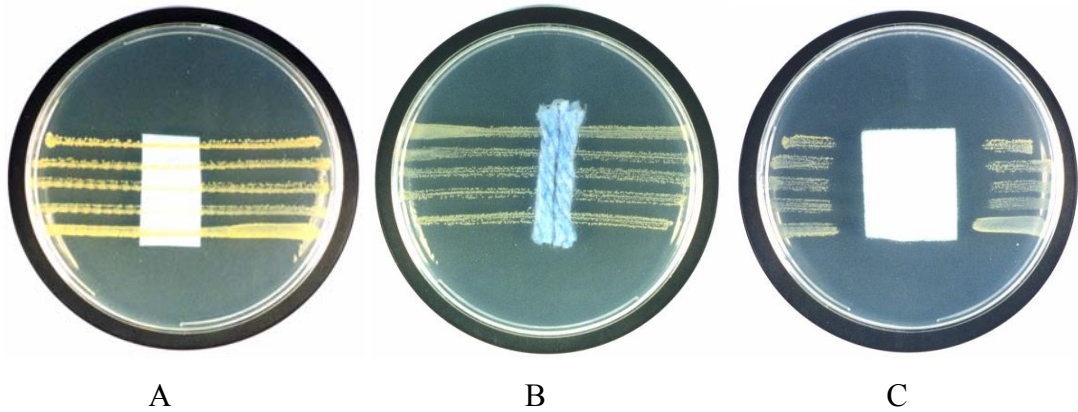
Şekil 5.6. Bakteri Üremesi [Şahin, 2005]

Test Metodu [Şahin, 2005]:

- ❖ 5 bakteri şeridi test tabağı üzerine yerleştirilir.
- ❖ Test yapılması istenen materyal bu şeritlerin üzerine konur.
- ❖ 37°C de 1 gün bekler.
- ❖ 1 gün sonrasında test değerlendirmesi yapılır.

Değerlendirme [Şahin, 2005]:

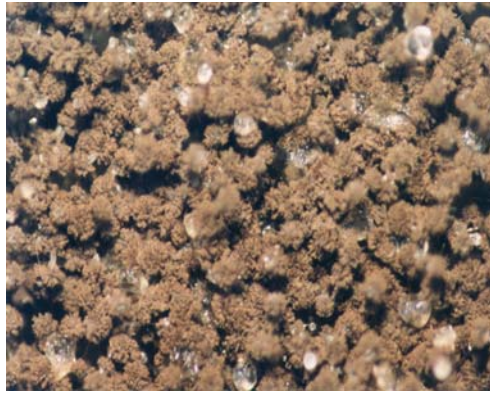
- ❖ Antimikrobiyal madde ile işlem görmemiş ya da az etkili işlem görmüş test materyali üzerinde ve etrafında engelleme alanı oluşmaz (Şekil 5.7.A).
- ❖ Yeterli derecede antimikrobiyal madde ile işlem görmüş olan materyal yüzeyinde engelleme alanı oluşur (Şekil 5.7.B).
- ❖ Etkili bir şekilde işlem görmüş materyal için, materyal etrafında halo efekti denilen alanın yanı sıra yüzeyde de bir engelleme alanı oluşur (Şekil 5.7.C).



Şekil 5.7. Antimikrobiyal Testinde Numuneler [Şahin, 2005]

5.2.3.1.(2). AATCC 30:1998 Antifungal Test Metodu

- ❖ Antifungal madde ile işlem görmüş tekstil materyalinin Aspergillus Niger isimli fungal organizması kullanılarak anti-fungal aktivitesinin değerlendirilmesi esasına dayanır.
- ❖ Test, fungi organizmalarının en kolay ve maksimum seviyede üreyebildikleri ortam koşulları altında gerçekleştirilir.



Şekil 5.8. Fungal Organizma [Şahin, 2005]

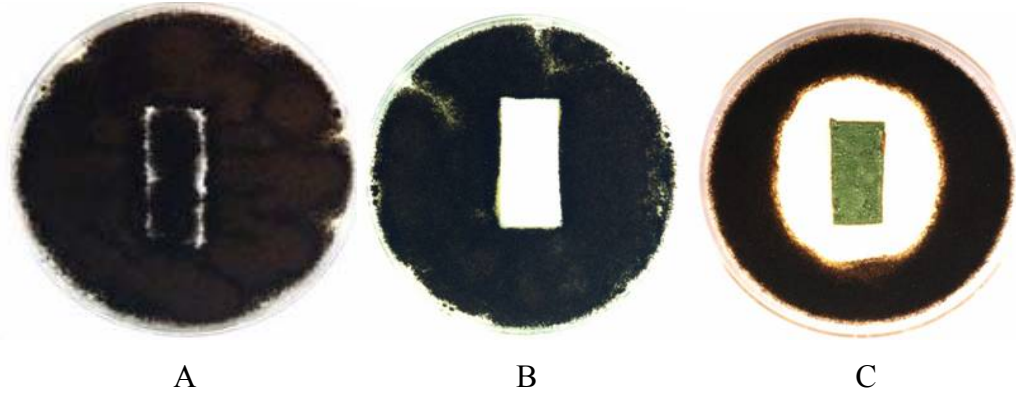
Test Metodu [Şahin, 2005]:

- ❖ Test yapılması istenen tekstil materyali test tabağına yerleştirilir.
- ❖ Seçilmiş olan fungal sporu süspansiyonu tabak içerisine konur.
- ❖ 7 gün 28°C’de bekletilir.
- ❖ 7 gün sonunda değerlendirme yapılır.

Değerlendirme:

- ❖ Antifungal madde ile işlem görmemiş veya az etkili işlem görmüş tekstil materyali üzerinde veya etrafında engelleme alanı oluşmaz ve küflenme meydana gelir (Şekil 5.9.A).
- ❖ Yeterli derecede antifungal madde ile işlem görmüş tekstil mamulünün sadece yüzeyinde engelleme alanı oluşur (Şekil 5.9.B).

- ❖ İyi derecede antifungal madde ile işlem görmüş materyal üzerinde engelleme alanı olduğu gibi aynı zamanda materyal çevresinde de halo efekti denilen bölge oluşur (Şekil 5.9.C).



Şekil 5.9. Antifungal Testinde Numuneler [Şahin, 2005]

5.2.3.1.(3). Disk Difüzyon Metoduna Göre Antimikrobiyal Test Metodu

Bu yöntemde de, antibiyotik emdirilmiş kağıt diskler kullanılarak, mikroorganizmaların üremelerinin inhibisyonları (önlenmesi) belirlenir. Petri kutusuna dökülen özel agarlı besiyeri üzerine antibiyotik duyarlılık durumu saptanacak bakterinin standart sulandırılması yayılır. Üzerine belirli aralıklarla antibiyotik diskleri yerleştirilir. Her bir diskte bilinen dozda (İ.Ü veya $\mu\text{gr/ml.}$) antibiyotik bulunur. Değerlendirme, disk etrafında oluşan ürememe alanının çapının mm. olarak ölçülmesiyle yapılır [www.aof.edu.tr/kitap].

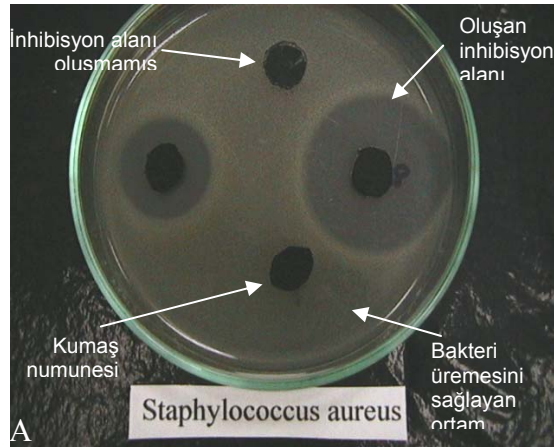
Çalışmada, hazırlanan kumaş örnekleri 121°C 'de 15 dakika süre ile sterilize edildikten sonra antimikrobiyal aktivitesinin belirlenmesi için hazırlanan kültür ortamına steril pens yardımıyla uygun aralıklarla yerleştirilmiştir.

Çalışmada kullanılan 4°C 'de muhafaza edilen test bakterileri Nutrient Broth'a aşıl原因arak 37°C de 24 saat, maya suşları Sabouraud Dekstroz Broth'a aşıl原因arak 30°C ' de 48 saat süre ile aktivasyonu sağlamak için inkübe edilmiştir.

Daha sonra deney tüplerinde sterilize edilen ve 45-50 °C ye kadar soğutulan Müeller Hinton Agar, yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanan bakteri suşlarının 24 saatlik (0.1 ml de 108 adet), Sabouraud dekstroza agar besiyerine de maya suşları (0.1 ml x108 adet) ile 48 saatlik buyyondaki kültürü ile aşılanarak (Bakteriler için 108 kob/ml; Mayalar için 2.1x10³ kob/ml) (Anonim 1999) Vortex tüp karıştırıcıda iyice çalkalandıktan sonra 9.0 cm çapındaki steril petri kutularına 15'er ml dağıtılmış ve besiyerinin homojen bir şekilde petri kutusu içinde dağılması sağlanmıştır [Seeley ve VanDemark, 1981; Collins ve Ark., 1989; Bradshaw, 1992].

Katılaştıran agar üzerine yukarıda belirtildiği şekilde hazırlanan petri kutuları üzerine uygun aralıklarla kumaş örnekleri yerleştirilmiş ve 4 °C'de 2 saat bekletildikten sonra; bakteri aşılanan plaklar 37 °C de 24 saat, maya aşılanan plaklar ise 30 °C de 24 saat süre ile inkübe edilmiştir. Süre sonunda besiyeri üzerinde oluşan inhibisyon zonları mm olarak değerlendirilmiştir [Uruş ve Ark., 2005].

Antibakteriyel Test sırasında kumaş numuneleri etrafında oluşan engelleme alanının büyüklüğü (mm cinsinden çapı) antibakteriyel özelliğin etkinliğini tayin etmektedir (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Disk Difüzyon Metoduna Göre Yapılmış Antibakteriyel Testi

5.2.3.1.(4). AATCC 100 Antimikrobiyal Test Metodu

- ❖ Bakterileri sayma esasına dayanan bir test yöntemidir.
- ❖ AATCC 147'den alınan sonuçlar beklenmeyen değerlerde ise yapılır. Bunun dışında çok kullanılan bir test yöntemi değildir.
- ❖ Pahalı bir test yöntemidir.
- ❖ Test 3 gün sürmektedir.
- ❖ Test sonuçları, karşılaştırma yapılarak elde edileceğinden, antimikrobiyal madde ile işlem görmüş ve görmemiş olmak üzere iki örnek numune kullanılır.
- ❖ Örnekler üzerindeki bakteri sayılarının sayılıp birbirine oranlanmasıyla % olarak bir değer elde edilir.
- ❖ Bu % değer antimikrobiyal madde ile yapılan aprenin etkinlik yüzdesini göstermektedir.
- ❖ Kantitatif test yöntemi olan AATCC 100 çok kullanılan bir test yöntemi olmadığı için yapılan değerlendirmeler kısaca şu şekilde yorumlanabilir.
- ❖ İşlem görmüş ve görmemiş numuneler üzerindeki bakteri sayılarının oranlanması sonucu elde edilen % değer :

%0 ise	PASS-çok iyi-
%10 ise	PASS-yeterli-
%100 ise	FAİL-çok kötü-

5.2.3.1.(5). ASTM E2149-01 Antimikrobiyal Test Metodu

Bu standartta da AATCC 100 standardında olduğu gibi antimikrobiyal aktivite solüsyonda yaşayan mikroorganizma sayısına göre değerlendirilmektedir. Önce işlem görmemiş numunedeki mikroorganizma sayılarak ya da işlem görmüş numunedeki ilk mikroorganizma sayısı belirlenerek, daha sonra da mikroorganizma sayısının düşüş yüzdesi hesaplanarak bulunmaktadır.

Bu testte test organizması olarak *Klebsiella pneumoniae* kullanılmaktadır. 0,5 – 2 g ağırlığında kumaş numunesi alınır. Her numune için işlem görmemiş bir

numunenin de olması gerekmektedir. Her bir işlem görmüş ve görmemiş numune 250 ml'lik cam erlenmayere konur. Üzerine 50 ml bakteri aşılannmış sulu çözelti eklenir. Sonra bu erlenmayerler mekanik çalkalayıcıya yerleştirilir. Maksimum hızda $1 \text{ dk} \pm 5 \text{ san.}$ çalkalanır. Her cam kap "0" temas zamanı olarak kabul edilir. "0" zamanındaki bakteri konsantrasyonu sulandırma ve standart tabakta sayma metodu kullanılarak belirlenir.

"0" temas zamanı yarı numuneleri hazırlanır hazırlanmaz test numunesi ve kontrol numunesi kendi cam kaplarına yerleştirilir. Yine çalkalayıcıya yerleştirilip $1 \text{ saat} \pm 5 \text{ dk}$ en yüksek hızda çalkalanır. Sonra her cam kaptan 1 ml alınarak test tübüne konur, sonra "0" temas zamanında olduğu gibi seri sulandırma ve tabak işlemi yapılır. Sonra solüsyon petri kabına koyulup 24 saatten 48 saate kadar kuluçkada bırakılır.

Petri kabındaki koloniler sayılır. Değerler kaydedilir, petri kabı sayısına göre ortalama alınır ve bu ortalama mililitredeki koloni oluşturan birime bölünür.

Numune ile temas eden organizmalardaki azalma oranının yüzde olarak hesaplanması için aşağıdaki formül kullanır [ASTM E2149-01].

$$\text{Azalma, \% (CFU / ml)} = \frac{B - A}{B} \times 100 \quad (5.1)$$

B-A: Ölüm oranı

A = Belirlenen temas zamanından sonra mililitredeki CFU (ya da bakteri yoğunluğunun log10)

B = "0" temas zamanında mililitredeki CFU (ya da bakteri yoğunluğunun log10)

Çalışmada tüm numunelere AATCC 147 ve Disk Difüzyon metodu ile antimikrobial test yapılmıştır. AEM 5772/5 (A3) apre maddesi migrasyona uğramayan bir madde olduğu için inhibisyon alanı ile ölçüme dayalı olan bu test metotları ile antimikrobial aktivitesinin ölçümü mümkün olamamıştır. Bunun için ASTM E2149-01 metodu ile test edilmiştir.

5.2.3.2. Kopma Mukavemeti Testi

Numune kumaşların kopma mukavemetlerinin tayini TS EN ISO 13934-1 standardı esas alınarak TITAN cihazında yapılmıştır. Testin yapıldığı cihaz Şekil 5.11’de görülmektedir.



Şekil 5.11. TİTAN Mukavemet Test Cihazı [Aygenteks, 2004]

TİTAN çok fonksiyonlu bir cihaz olup, kopma mukavemeti testinin yanında, yırtılma mukavemeti, elastikiyet, kalıcı uzama, dikiş açılması gibi diğer bazı fiziksel testleri de yapabilmektedir. Cihaz sabit hızda, artan kuvvet prensibine göre testi gerçekleştirmektedir. Test bitiminde sonuçlar cihazın bağlı olduğu bilgisayardan alınabilmektedir [www.aygenteks.com.tr, 2005].

Bu çalışmada test cihazında kumaş numunesine uygulanan maksimum yük 3000 N’dur. Uygulanan ön gerilim ise kumaş gramajına göre değişmektedir. Buna göre çalışmada kullanılan pamuklu ve PES/VİS kumaş için 2 N, gramajı 200 g/m²’den büyük olan PES/VİS/EA kumaş için ise standartta belirtildiği gibi 5 N ön gerilim uygulanmıştır. Test hızı 100 mm/dk olup çene aralığı 200 mm’dir.

Test numunesi olarak 5 atkı yönünde, 5 çözgü yönünde 30x6 cm’lik numune alınarak uzun kenarlar saçaklandırılıp 5 cm’e indirilerek teste hazır hale getirilmiştir.

5.2.3.3. Yırtılma Mukavemeti Testi

Numune kumaşların yırtılma mukavemetlerinin tespiti, TS EN ISO 13937-1 test standardı kullanılarak sarkaç prensibine göre çalışan ELMATEAR test cihazında gerçekleştirilmiştir. Analiz yapılan cihaz Şekil 5.12’de görülmektedir.



Şekil 5.12. ELMATEAR Yırtılma Mukavemeti Test Cihazı
[www.aygenteks.com.tr, 2005]

Esas alınan standarda göre, 80 mm x 58 mm boyutlarında 5 adet çözgü, 5 adet atkı numunesi alınmaktadır. Test sarkaç prensibine göre gerçekleşmektedir.

5.2.3.4. Pilling Testi

Numune kumaşların pilling oluşumlarının tespit edilmesi ISO 12945-2 standardı esas alınarak Martindale (Şekil 5.13) cihazında yapılmıştır.

Kumaş numunelerinden üçü deney parçası üçü de alt kumaş olarak kullanılmak üzere 150 mm çapında 6 adet numune kesilmiştir.

Pilling oluşumunun gözlenmesi makinenin belirli devirlerinde gerçekleşmektedir. Makine çalıştırıldıktan sonra 125, 500, 1000, 2000, 5000 ve 7000. devirlerde durdurulup üst deney parçaları çıkarılarak standart ışık kabini içinde değerlendirilmektedir. Her devir aralığı sonunda değerlendirme 1-5 aralığında değişen standart fotoğraflar referans alınarak yapılmaktadır. Bu fotoğraf skalasında 1 en kötü, 5 ise en iyi olarak tanımlanmaktadır.



Şekil 5.13. Martindale Pilling Test Cihazı [www.aygenteks.com.tr, 2005]

5.2.3.5. Buruşma Geri Dönüşümü Testi

Numune kumaşların buruşma geri dönüşüm özelliğinin tespit edilmesi ISO 9867 standardı esas alınarak Wrinkle Recovery cihazında (Şekil 5.14) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.14. Wrinkle Recovery Cihazı

150x280 mm boyutlarında, uzun kenarı çözü yönü olacak şekilde 3 adet kumaş numunesi hazırlanmıştır. Kumaş numuneleri kısa kenar etrafında

döndürülerek test aparatı çevresine kelepçeler yardımıyla düzgün ve gergin bir şekilde tutturulmuştur. Üstten pim çekilerek kumaşın serbest halde kıvrılarak kırışması sağlanmış, aynı anda üzerine 3500 g'lık ağırlık yerleştirilmiştir. 20 dk sonra ağırlık kaldırılıp, kelepçeler açılıp numune alınıp zemine konmuş, 24 saat sonra 1'den 5'e kadar olan değerlendirme kartlarıyla değerlendirilmiştir.

5.2.3.6. Elastikiyet Testi

İçerisinde elastan elyaf içeren kumaşlara uygulanan bir testtir. Numune kumaşlara elastikiyet testi BS 4952 standardı referans alınarak TITAN cihazında uygulanmıştır.

Referans alınan standarda göre deney için 150 mm x 60 mm boyutlarında 5 adet çözgü, 5 adet atkı numunesi alınmıştır. Numune boyutları kısa kenarda 50 mm olacak şekilde saçaklandırılmıştır. Testte kullanılan çene aralığı 100 mm, test hızı 500 mm/dk, ön gerilim 2 N ve maksimum yük 50 N'dur. Deney sonuçları % olarak elde edilmiştir.

5.2.3.7. Kalıcı Uzama Testi

Numune kumaşların kalıcı uzama miktarının tespiti, BS 4952 standardı esas alınarak TITAN cihazında yapılmıştır. Analiz için numune kumaştan 150x60 mm'lik 5 adet çözgü, 5 adet atkı numunesi alınmaktadır. Numune alınırken, atkı ve çözgü numunelerinin aynı atkı ve çözgüleri içermemesine dikkat edilmelidir.

Testin esası, 500 mm/dk test hızı ile, 50 N kuvvet yüklemesine 10 sn maruz kalan numunelerinin, 60 sn içerisinde eski boyutlarına % kaç dönebildiğinin tespit edilmesine dayanmaktadır. Alt ve üst çeneler arasında yüklemeye maruz kalan numune kumaş, çeneler arasından alındıktan sonra 60 sn beklenir. 60 sn sonunda kumaş üzerindeki çene izleri arasındaki mesafe ölçülür ve bilgisayara girilir. Kalıcı uzama miktarı bilgisayar tarafından otomatik olarak hesaplanır. Ortaya çıkan % kalıcı uzama değerlerinin yüksek olması, elastan içeren kumaşın kuvvet altında geri dönme özelliğini kaybettiğini göstermektedir.

5.2.3.8. Yıkama Haslığı Testi

Renklendirilmiş numune kumaşların yıkama haslıklarının tespiti TS EN ISO 105-C06 standardı esas alınarak yapılmıştır. Yıkama haslığı, renklendirilmiş tekstillerin yıkamaya karşı direncini ifade eden haslıklardır.

Analizi yapılacak numune kumaştan ve multifibre'den 10 cm x 4 cm boyutlarında 1'er adet kesilir ve birbirine dikilir. Test, 1 lt saf suyla 4 gr/lt ECE deterjan ve 1 gr/lt Sodyum Perborat Tetrahidrat içeren reçeteyle hazırlanan çözelti ile GYROWASH cihazında gerçekleştirilmektedir. Cihaz Şekil 5.15'de görülmektedir.



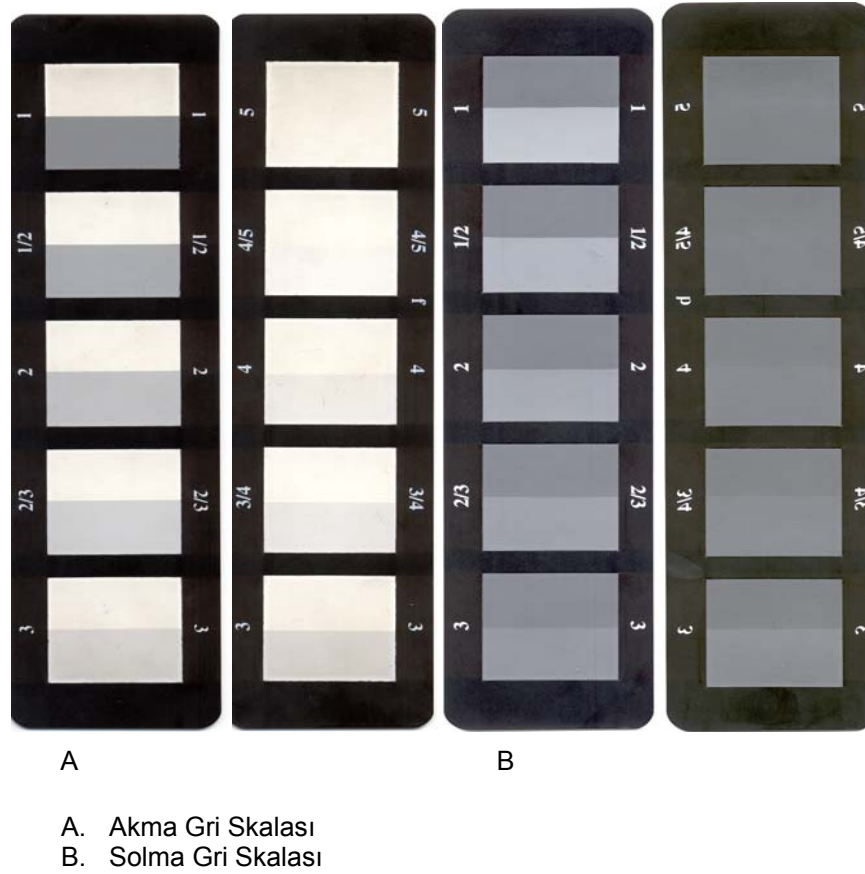
Şekil 5.15. Gyrowash Yıkama ve Kuru Temizleme Haslığı Test Cihazı

Çalışmada kullanılan yıkama haslığı deney şartları Çizelge 5.11.'de verilmiştir. Lif cinsi gözetilerek, pamuklu kumaş için C2S, PES/VİS kumaş için B2S ve PES/VİS/EA kumaş için A2S standardı esas alınmıştır.

Çizelge 5.11. ISO 105-C06 Standardına Göre Yıkama Haslığı Deney Şartları
[TS EN ISO 105-C06 Standardı]

Deney Şartları	Sıcaklık (°C)	Çözelti Hacmi [ml]	Sodyum Perborat [g/l]	Süre [dk]	Çelik Bilye Sayısı	pH
A2S	40	150	1	30	10	-
B2S	50	150	1	30	25	-
C2S	60	50	1	30	25	10,5±0,1

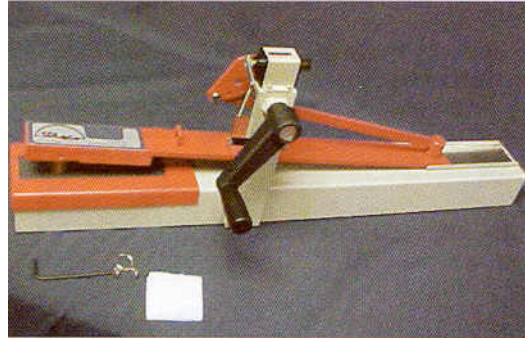
Numunedeki renk değişimi (solma) veya refakat bezine renk akması (lekeleme) gri skalayla standart ışık kabini içerisinde değerlendirilmektedir. Değerlendirmenin yapıldığı gri skala Şekil 5.16’da görülmektedir.



Şekil 5.16. Gri Skala

5.2.3.9. Sürtünme Haslığı Testi

Numune kumaşların yaş ve kuru sürtünme haslıkları ISO 105-X12 esas alınarak “crockmetre” cihazında gerçekleştirilmiştir. Testin yapıldığı cihaz Şekil 5.17’de görülmektedir.



Şekil 5.17. Crockmetre [www.etki.com, 2005]

Deney için 14 x 5 cm boyutlarında 2 adet çözgü, 2 adet atkı numunesi olmak üzere toplam 4 adet numune alınır. Numuneler ile beraber kullanılmak üzere 4 adet TS 5326 (ISO 105 F09) ile uyumlu, haşlısız, ağartılmış, apresiz ve 50 mm x 50 mm boyutlarında kare şeklinde refakat bezi kesilir.

Deney kuru ve yaş sürtünme olarak 2 seferde gerçekleştirilir. Kuru sürtünmede sürtme ayağına düz olarak yerleştirilmiş kuru sürtme bezi deney parçası üzerindeki 100 mm’lik bir hat üzerinde aşağıya doğru 9 N’luk bir kuvvet uygulayarak 10 saniye içinde 10 kez ileri ve geri yönde sürtülür. Yaş sürtünme haslığının uygulanmasındaki tek fark ise, refakat bezinin kendi ağırlığı kadar ıslatılmasıdır. Yaş sürtünme haslığı deneyinde işlemten sonra, sürtme bezi oda sıcaklığında kurutulur.

Sonuçların değerlendirilmesi gri skalayla yapılır. Değerlendirme yapılırken refakat bezindeki akmaya bakılır.

5.2.3.10. Ter Haslığı Testi

Numune kumaşlarda asidik ve bazik ter haslığının tespit edilmesi EN ISO 105-E04 standardı esas alınarak yapılmıştır. Ter oluştuğuunda hafif asidiktir. Bakteri etkisiyle bazik hale gelir. Bu nedenle ter haslığı deneyi hem asidik, hem de bazik olarak uygulanmaktadır.

Deney için 100 mm x 40 mm boyutlarında 2 adet deney numunesi ve aynı boyutlarda multifibre refakat bezi kesilmekte ve birbirlerine dikilmektedir. Test cihazı olarak da 60 mm x 115 mm boyutlarında tabana sahip elik bir şasiye sahip olan, 60 mm x 115 mm boyutlarında akrilik levhaları bulunan ve levhalar arasında konulan numunelere 12,5 kPa (5 kg)'lık yk uygulayabilen ‘‘perspirometre’’ kullanılmaktadır. Deney esnasında asidik ve bazik ter ortamının sağlanması için 2 çözelti hazırlanmaktadır.

Bazik ter çözeltisi;

- 0,5 g/l L-Histidin Monohidroklorid Monohidrat
- 5 g/l Sodyum Klorür
- 2,5 g/l Di sodyum Hidrojen Ortofosfat Dihidrat

pH 8 olacak şekilde ayarlanır.

Asidik ter çözeltisi ise;

- 0,5 g/l L-Histidin Monohidroklorid Monohidrat
- 5 g/l Sodyum Klorür
- 2,2 g/l Sodyum Dihidrojen Ortafosfat Dihidrat

pH 5,5 olacak şekilde ayarlanır.

Multifibre ile dikilen test numunesi 1/50 oranında pH'sı 8 olan bazik ter çözeltisi ile 30 dk oda sıcaklığı şartlarında muamele edilmektedir. Burada birleşik numune çözelti ile iyice ıslanmalıdır. 30 dk sonunda numune alınarak akrilik plakalar arasında konulur ve üzerine 12,5 kPa'lık yk uygulanır. Sıkıştırılan perspirometre 37°C'ye ayarlanmış etüve konulur ve 4 saat bekletilir. Bazik özelti için yapılan bu işlem aynen ter çözeltisi içinde yapılmaktadır. Etüvden çıkan ve ıslak olan deney numuneleri birbirine değmeyecek şekilde kurutulur.

Deney sonunda değerlendirme aşamasında, ana kumaştaki solmaya ve multifibre'deki akmaya bakılır. Renk solmasının değerlendirilmesi için TS 423 (ISO 105-A02), renk akmasının değerlendirilmesi için ise TS 423 (ISO 105-A03)'e uygun gri skala kullanılmaktadır.

5.2.3.11. Su Haslığı Testi

Boyanmış ya da basılmış tekstil mamulünün, normal ortam sıcaklığında belirli bir miktar su içerisinde bekletilmeye karşı renk dayanımının derecesidir. Birbirine dikilmiş mamul ile boyanmamış mamul üzerine boyarmaddenin migrasyonu ile belirlenir. Suyu karşı renk haslığı EN ISO 105 E01 standardı esas alınarak, ter haslığında kullanılan düzenek ile yapılmıştır.

Su haslığı için çözelti olarak saf su, refakat bezi olarak ise multifibre kullanılır. Su haslığı deneyinin yapılabilmesi için 100 mm x 40 mm boyutlarında 1 adet deney numunesi ve aynı boyutlarda multifibre kesilerek birleştirilir. Deneyin uygulama prensibi ter haslığı ile aynıdır. Yalnızca özelti olarak saf su kullanılır.

Deney sonunda değerlendirme aşamasında, ana kumaştaki solmaya ve multifibre'deki akmaya bakılır. Renk solmasının ve renk akmasının değerlendirilmesi için gri skala kullanılmaktadır.

6. DENEYSEL ÇALIŞMA VE BULGULAR

Çalışmanın bu bölümünde çeşitli antimikrobiyal apre işlemlerine tabi tutulmuş ve işlem görmemiş pamuklu, PES/VİS, PES/VİS/EA kumaşlara uygulanan performans testlerinin sonuçları verilmektedir. İşlem görmüş kumaşların kendi aralarında ve işlem görmemiş olan referans numunelere karşı performans özellikleri kıyaslanmaktadır.

6.1. Antibakteriyel Testi Sonuçları

6.1.1. Disk Difüzyon Metoduna Göre Antibakteriyel Test Sonuçları

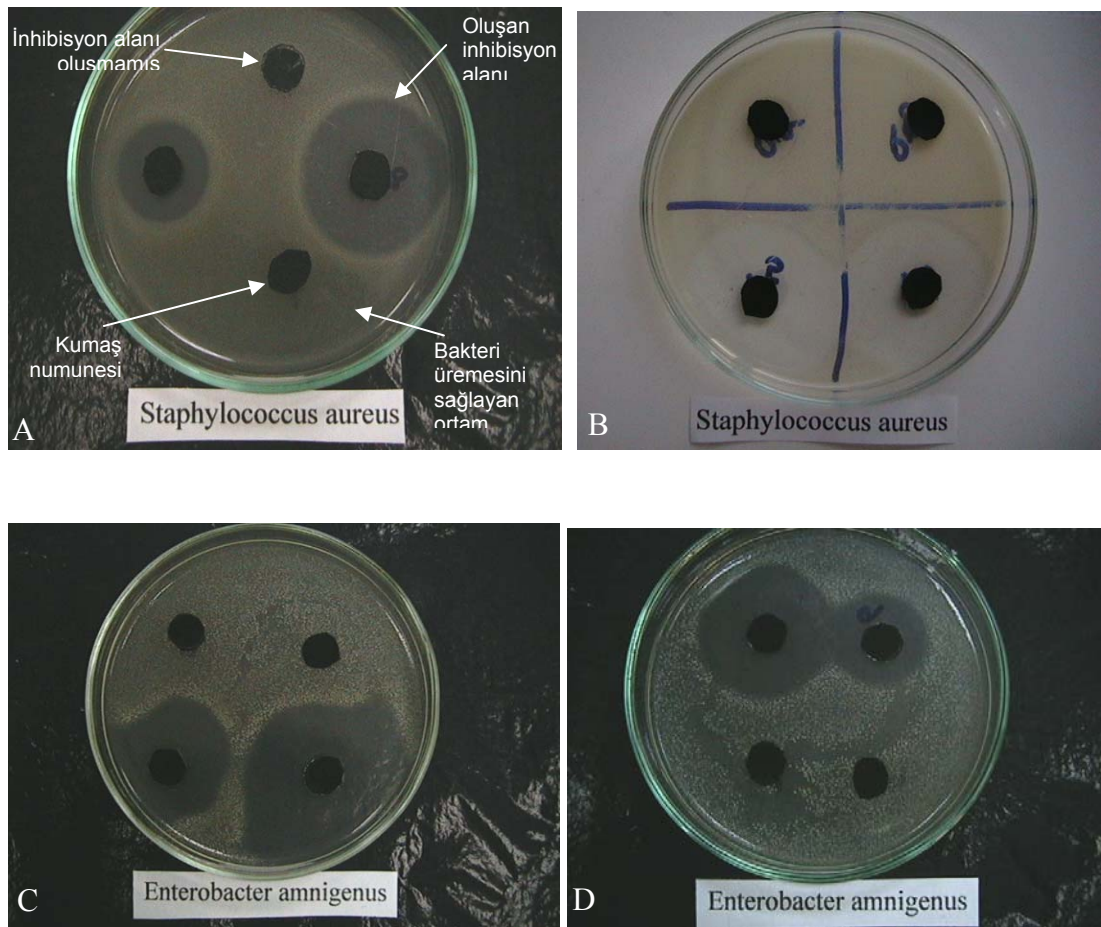
Disk Difüzyon Metoduna göre yapılan Antibakteriyel Testte, işlem görmüş numuneler, 11 farklı mikroorganizmaya tabi tutularak numunelerin bu mikroorganizmalara karşı Antibakteriyel aktivitesi ölçülmeye çalışılmıştır. Bu mikroorganizmalar aşağıdaki gibidir:

- B1: Pseudomonas putida
- B2: Escherichia coli
- B3: Klebsiella oxycota
- B4: Enterococcus faecium
- B5: Candida albicans (Mantar)
- B6: Kluyveromyces marxianus (Mantar)
- B7: Saccharomyces cerevisia (Mantar)
- B8: Pseudomonas aeruginosa
- B9: Enterococcus amnigenus
- B10: Staphylococcus aureus
- B11: Bacillus cereus

Ölçümler K.Maraş Sütçü İmam Üniversitesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarlarında yapılmıştır.

Kumaş Örneklerinin antimikrobiyal aktivitelerinin belirlenmesi için Disk Difüzyon metodu kullanılmıştır (Collins ve Ark., 1989).

Antibakteriyel Test sırasında kumaş numuneleri etrafında oluşan engelleme alanının büyüklüğü antibakteriyel özelliğin etkinliğini tayin etmektedir. Testte tüm kumaş numunelerinde ölçülen engelleme alanlarının büyüklükleri Çizelge 6.1, 6.2, 6.3'te verilmektedir. Ayrıca antibakteriyel test esnasında alınan görüntülerden birkaç örnek Şekil 6.1'de verilmiştir.



A, B. *Staphylococcus aureus* bakterisinin inhibisyonu
C, D. *Enterobacter amnigenus* bakterisinin inhibisyonu

Şekil 6.1. Disk Difüzyon Metoduna Göre Yapılan Antibakteriyel Testinin Görüntüleri

A3 apre maddesi migrasyona uğramayan bir apre maddesi olduğu için bir inhibisyon zonu oluşturmamaktadır. Dolayısıyla, bu apre maddesinin antimikrobiyal aktivitesi Disk Difüzyon metodu ile ölçülememektedir. Bunun için farklı bir ölçüm yöntemi kullanılması gerekmektedir.

6.1.1.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

İşlem görmüş pamuklu kumaşlar 11 farklı mikroorganizmanın üremesini sağlayan ortama bırakılmış ve numunenin etrafında oluşan inhibisyon alanının çapı ölçülmüştür. Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları Çizelge 6.1’de verilmektedir.

Çizelge 6.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Mikro-Organizmalar	İnhibisyon Zonları (mm)									
	P0	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
B1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B2	-	16	26	20	-	14	12	-	-	-
B3	-	24	32	28	14	17	14	-	-	-
B4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B6	-	-	-	-	34	40	32	-	-	-
B7	-	-	-	-	44	52	50	-	-	-
B8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B9	-	38	57	47	35	37	34	-	-	-
B10	-	24	42	54	45	33	43	40	-	-
B11	-	-	13	-	18	28	20	-	-	-

Çizelge 6.1’de görüldüğü gibi en fazla engellenen tür B9 (*Enterococcus amnigenus*) ve B10 (*Staphylococcus aureus*) bakterileri olmuştur.

Bakterilere karşı engelleme alanı (inhibisyon zonu) en fazla olan numuneler A1 apre maddesi ile elde edilmiştir. A2 apre maddesi aynı zamanda antifungal

özelliğe sahip olduğundan B6 ve B7 mantarlarına karşı da inhibisyon alanı oluşturmuş, böylece A1 apre maddesinden daha fazla sayıda mikroorganizma cinsinin inhibe olmasını sağlayabilmiştir. A3 apre maddesi migrasyon yapmayan türden bir apre maddesi olduğu için herhangi bir engelleme alanı oluşmamıştır.

A1 apre maddesinde 20 g/l, A2 apre maddesinde 40 g/l emdirme yöntemleri engelleme alanı en büyük numuneler olmuştur.

6.1.1.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Pamuklu kumaşta olduğu gibi PES/VİS kumaşta da A1 ve A2 apre maddeleri bazı bakterilere karşı yüksek inhibisyon alanı oluşturmuştur. A2 apre maddesinin A1 apre maddesinden daha fazla sayıda mikroorganizma türüne etki ettiği gözlenmektedir. Bu da A2 (Ultra-Fresh FT-7) apre maddesinin A1 (Ultra-Fresh NM) apre maddesinden farklı olarak antifungal özelliğinin de bulunmasından kaynaklanmaktadır (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Mikro-Organizmalar	İnhibisyon Zonları (mm)									
	PV0	PV1	PV2	PV3	PV4	PV5	PV6	PV7	PV8	PV9
B1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B2	-	-	-	20	-	-	10	-	-	-
B3	-	21	23	27	17	-	-	-	-	-
B4	-	21	-	-	22	-	22	-	-	-
B5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B6	-	-	23	-	25	44	26	-	-	-
B7	-	-	-	-	-	48	22	-	-	-
B8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B9	-	40	43	38	37	44	31	-	-	-
B10	-	46	51	49	44	42	38	-	-	-
B11	-	-	-	-	17	22	13	-	-	-

6.1.1.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Pamuklu ve PES/VİS kumaşta olduğu gibi, bu kumaşta da A2 apre maddesinin A1 apre maddesinden daha fazla sayıda mikroorganizma türüne etki ettiği gözlenmektedir (Çizelge 6.3).

Çizelge 6.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Mikro-Organizmalar	İnhibisyon Zonları (mm)									
	PVE0	PVE1	PVE2	PVE3	PVE4	PVE5	PVE6	PVE7	PVE8	PVE9
B1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B2	-	17	18	22	12	-	11	-	-	-
B3	-	14	25	25	-	-	-	-	-	-
B4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B6	-	-	-	-	23	30	30	-	-	-
B7	-	-	-	-	-	43	44	-	-	-
B8	-	-	-	-	-	-	-	13	-	-
B9	-	35	55	37	30	25	38	-	-	-
B10	-	29	37	38	24	25	28	-	-	-
B11	-	-	-	-	-	16	20	-	-	-

6.1.2. ASTM E2149-01 Metoduna Göre Antimikrobiyal Test Sonuçları

A3 apre maddesi migrasyona uğramayan bir madde olduğu için inhibisyon alanının ölçümüne dayalı test metodları ile ölçümü mümkün olmamıştır. Bu nedenle bakteri sayısının ölçümüne dayanan ASTM E2149-01 metoduna göre ölçüm yapılmıştır. Tüm kumaş türlerinde sadece A3 apre maddesi ile işlem görmüş kumaş numuneleri bu standarda göre test edilmiştir. Test sonuçları Çizelge 6.4'teki gibidir.

Çizelge 6.4. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Süre	Bakteri Azalması (%)								
	P3	P6	P9	PV3	PV6	PV9	PVE3	PVE6	PVE9
1 saat sonra	0	20,4	0	0	0	0	0	85,7	0
24 saat sonra	0	34,9	0	0	0	0	0	-	0

Çizelgeden görüldüğü gibi sadece PVE olan kumaşta antibakteriyel etkinin yüksek olduğu gözlenmektedir. İyi bir antimikrobiyal etki için 1 saat sonra veya 24 saat sonra kumaş etkisiyle ortamdaki bakterinin % 70 oranında azalması beklenmektedir. Diğer kumaşlarda apre miktarı ya da fikse şartları yetersiz kalmış, herhangi bir antibakteriyel etki gözlenmemiştir. Bu durum kumaşın apreği emme yeteneği ile de ilgilidir. Kimyasalları zor alan kumaşlar için bazı yardımcı maddeler (nanolink gibi) kullanılabilir. Kumaşın daha önce geçirdiği ön terbiye işlemleri (her türlü yağ, veya deterjan artığı) apreği olumsuz etkilemiş olabilir.

Kumaşların herhangi bir binderle işlem görüp görmediği de önemlidir. Anyonik karakterli binderlerle reaktif katyonik olan AEM pek iyi çalışmamaktadır.

6.1.3. AATCC 147 Metoduna Göre Antibakteriyel Test Sonuçları

AATCC 147 standardına göre yapılan Antibakteriyel Testte, işlem görmüş numunelerin, yıkama öncesi, 5-10-20 yıkamalar sonrası *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı antibakteriyel aktivitesi ölçülmüştür. Yıkamalar Tide deterjan kullanılarak sıcak yıkama/soğuk durulama periyotlarında Thomson Araştırma Kurumu'nda yapılmış ve numuneler tekrarlanan testler arasında hava ile kurutulmuştur. Antibakteriyel Test sırasında kumaş numuneleri etrafında oluşan engelleme alanının büyüklüğü antibakteriyel aprenin etkinliğini tayin etmektedir. Testte tüm kumaş numunelerinde ölçülen engelleme alanlarının büyüklükleri Çizelge 6.5, 6.6. 6.7'de verilmektedir.

6.1.3.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Çizelge 6.5’den görüldüğü gibi *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı engelleme alanı (inhibisyon zonu) en fazla olan numuneler A1 apre maddesi ile elde edilmiştir. Bu apre maddesinde de 20 g/l emdirme yöntemi hariç diğer yöntemlerle elde edilen numunelerin antibakteriyel özelliği 10 yıkamaya kadar dayanmaktadır.

Çizelge 6.5. Pamuklu Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Apre Madd.	Numuneler	Inhibisyon Zonu (mm)		
		yıkamasız	10 kez yıkama	20 kez yıkama
-	P0	0	0	0
A1	P1	12	2	0
	P2	>15	2	0
	P3	>15	0	0
A2	P4	14	0	0
	P5	12	0	0
	P6	13	0	0
A3	P7	1	0	0
	P8	0	0	0
	P9	3	0	0

6.1.3.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Çizelge 6.6’dan görüldüğü gibi *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı A1 ve A2 apre maddelerinde bir engelleme alanı (inhibisyon zonu) oluşurken, A3 apre maddesinde bir engelleme alanı oluşmamıştır. A1 ve A2 apre maddelerinin de yıkama dayanıklılığı 10 yıkamaya bile ulaşamamıştır.

Çizelge 6.6. PES/VİS Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Apre Madd.	Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)		
		yıkamasız	10 kez yıkama	20 kez yıkama
-	PV0	0	0	0
A1	PV1	15	0	0
	PV2	14	0	0
	PV3	14	0	0
A2	PV4	14	0	0
	PV5	13	0	0
	PV6	10	0	0
A3	PV7	0	0	0
	PV8	0	0	0
	PV9	0	0	0

6.1.3.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Çizelge 6.7’den görüldüğü gibi *Staphylococcus aureus* bakterisine karşı A1 ve A2 apre maddelerinde bir engelleme alanı (inhibisyon zonu) oluşurken, A3 apre maddesinde bir engelleme alanı oluşmamıştır. A1 apre maddesinin antibakteriyel aktivitesi 30 yıkamaya bile direnç gösterirken, A2 apre maddesinin yıkama dayanıklılığı 10 yıkamaya bile ulaşamamıştır.

Çizelge 6.7. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Antibakteriyel Testi Sonuçları

Apre Madd.	Numuneler	İnhibisyon Zonu (mm)		
		yıkamasız	10 kez yıkama	20 kez yıkama
-	PVE0	0	0	0
A1	PVE1	10	1	0
	PVE2	13	8	5
	PVE3	13	3	2
A2	PVE4	10	0	0
	PVE5	8	0	0
	PVE6	8	0	0
A3	PVE7	0	0	0
	PVE8	3	0	0
	PVE9	0	0	0

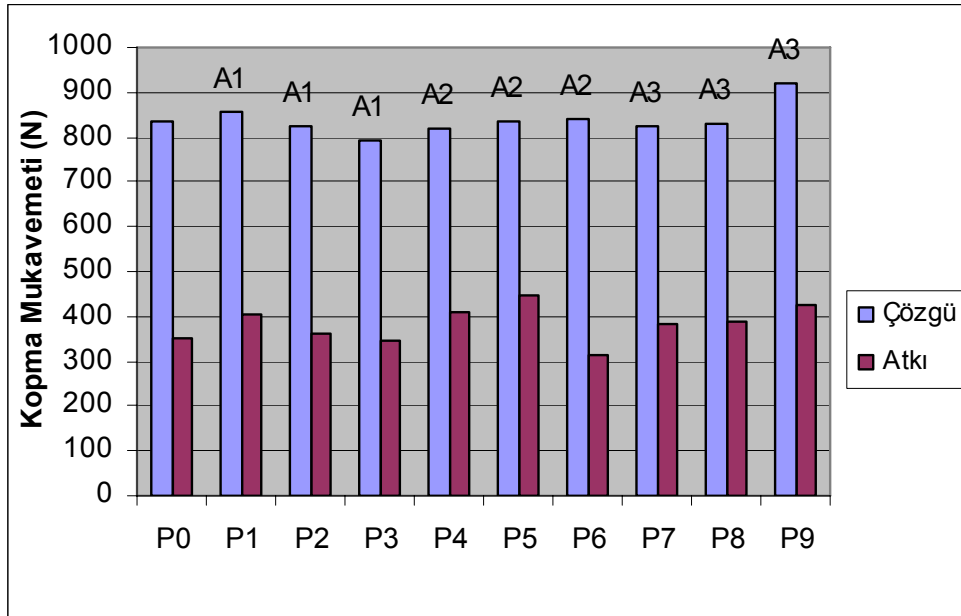
6.2. Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

Kopma Mukavemeti Testi TS EN ISO 13934-1 standardına göre yapılmıştır. Maksimum kuvvet 3000 N olarak seçilmiştir.

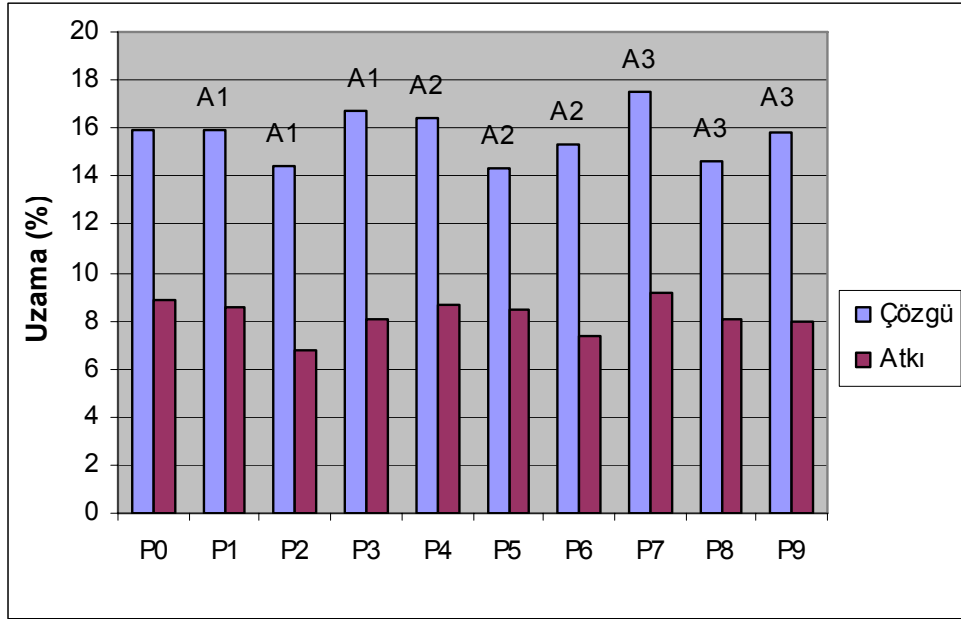
6.2.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

Daha önce yapılan çalışmalarda bazı kumaşların özellikle yaş bitim işlemi gördükten sonra bazı özelliklerinin değiştiği tespit edilmiştir. Örneğin kalıcı ütü apresi ve buruşmazlık apresi kumaş kopma mukavemetinde düşme meydana getirmektedir. Aynı düşünce ile bir yaş apre olan antibakteriyel aprenin de olumlu veya olumsuz kumaş kopma mukavemetinde bir değişiklik meydana getireceği düşünülmektedir.

Pamuklu kumaşlar için Kopma Mukavemeti ve Uzaması Test Sonuçları Şekil 6.2 ve 6.3’de verilmektedir. Numunenin gramajı esas alınarak test sırasında uygulanan ön gerilim 2 N olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.2. Pamuklu Numunelere Uygulanan Kopma Mukavemeti Test Sonuçları



Şekil 6.3. Pamuklu Numunelere Uygulanan Kopma Uzaması Test Sonuçları

Şekil 6.2’de verilen, referans olarak alınan P0 numunesi ve apre işlemi görmüş P1-P9 numunelerinin kopma mukavemeti test sonuçları incelendiğinde, sonuçların hem atkı hem de çözgü yönünde apre maddesinin cinsine, uygulanan aktarma yöntemine ve aktarılan apre maddesinin konsantrasyonuna bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir.

Çözgü yönünde referans numune ile işlem görmüş numuneler arasında kopma mukavemeti açısından önemli derecede bir farklılık gözlenmemektedir. Fakat az da olsa A1 apre maddesi hariç diğer apre maddelerinde bir artma eğilimi gözlenmektedir. Bu artma eğilimi 20 g/l emdirme yönteminde kendini daha çok göstermiştir.

Atkı yönünde ise en çok A3 apre maddesinde referansa göre kopma mukavemetinde artış gözlenmektedir. Genellikle bütün apre maddelerinde çektirme yöntemi referansa göre daha iyi kopma mukavemeti sonuçları vermiştir. Diğer yöntemlerin referansa göre kopma mukavemetine etkisi değişkendir.

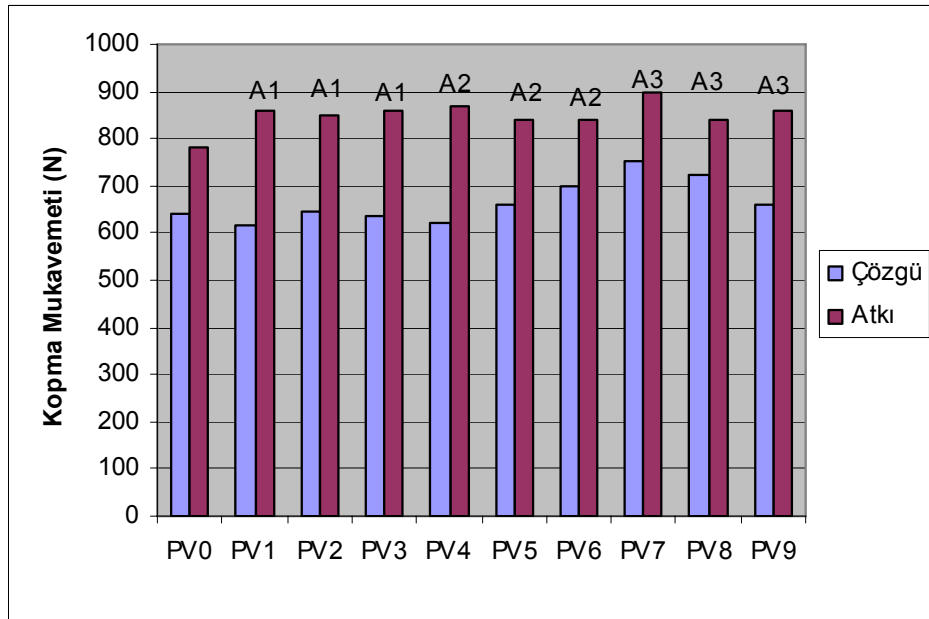
Şekil 6.3’de görüldüğü gibi; kopma uzaması açısından, çözgü yönünde 40 g/l emdirme yöntemi bütün apre maddeleri için referansa göre kopma uzamasında düşüş

göstermektedir. Tüm apre maddelerinin referansa kıyasla kopma uzamasına etkisi farklı apre yöntemlerinde değişkenlik göstermektedir.

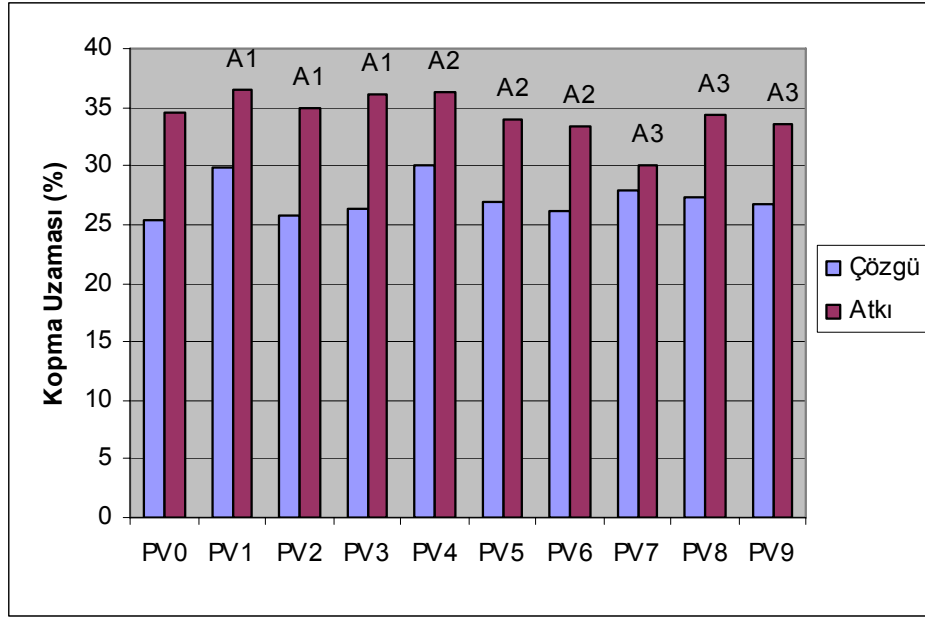
Atkı yönünde ise referansa göre tüm apre maddelerinde aynı veya biraz düşük kopma uzaması değerleri elde edilmiştir. Genellikle bu düşüşler 40 ve 20 g/l emdirme yöntemlerinde gözlenmiştir.

6.2.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

PES/VİS kumaşlar için Kopma Mukavemeti ve Uzaması Test Sonuçları Şekil 6.4 ve 6.5'te verilmektedir. Numunenin gramajı esas alınarak test sırasında uygulanan ön gerilim 2 N olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.4. PES/VİS Numunelere Uygulanan Kopma Mukavemeti Test Sonuçları



Şekil 6.5. PES/VİS Numunelere Uygulanan Kopma Uzaması Test Sonuçları

Şekil 6.4'te görüldüğü gibi PES/VİS kumaşa çözgü yönünde A1 apre maddesi hariç diğer apre maddelerinde referansa göre kopma mukavemetinde artma eğilimi gözlenmekte, A1'de ise referansa göre yaklaşık aynı mukavemet değerleri elde edilmektedir. Referansa göre en yüksek mukavemet değeri A2 apre maddesi ve 40 g/l emdirme yöntemiyle elde edilmiştir.

Atkı yönde ise bir numune hariç tüm apre maddelerinde ve apre yöntemlerinde referansa göre kopma mukavemetinde bir artma gözlenmektedir. Çözgü yönünün tersine mukavemette tek düşüş gösteren numune A2 apre maddesi ve 40 g/l emdirme yöntemiyle elde edilen olmuştur.

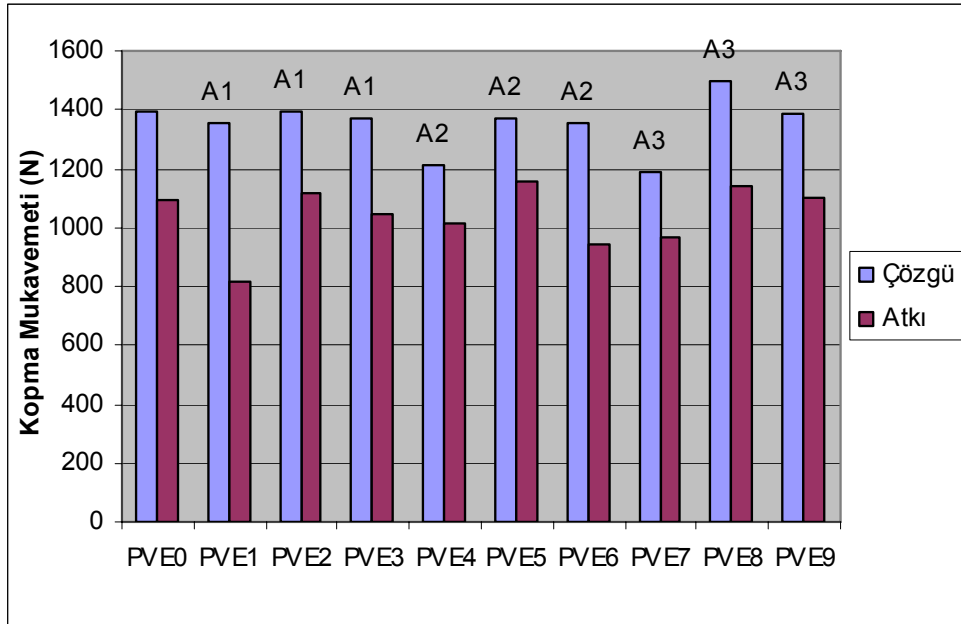
Şekil 6.5'teki PES/VİS kumaşın çözgü yönündeki kopma uzamasına bakıldığında; kumaşın referansa göre çözgü yönündeki kopma mukavemeti değişimi ile benzer bir eğilim görülmektedir. Referansa göre kopma uzamasında en çok artış A2 numunesinde gözlenmektedir. Bu artış da 40 g/l emdirme yöntemiyle elde edilmiştir.

PES/VİS kumaşın atkı yönündeki kopma uzamasında da; kumaşın referansa göre atkı yönündeki kopma mukavemeti değişimi ile benzer bir eğilim göstermekle birlikte A2 ve A3 apre maddeleri referansa göre daha düşük kopma uzaması değerleri

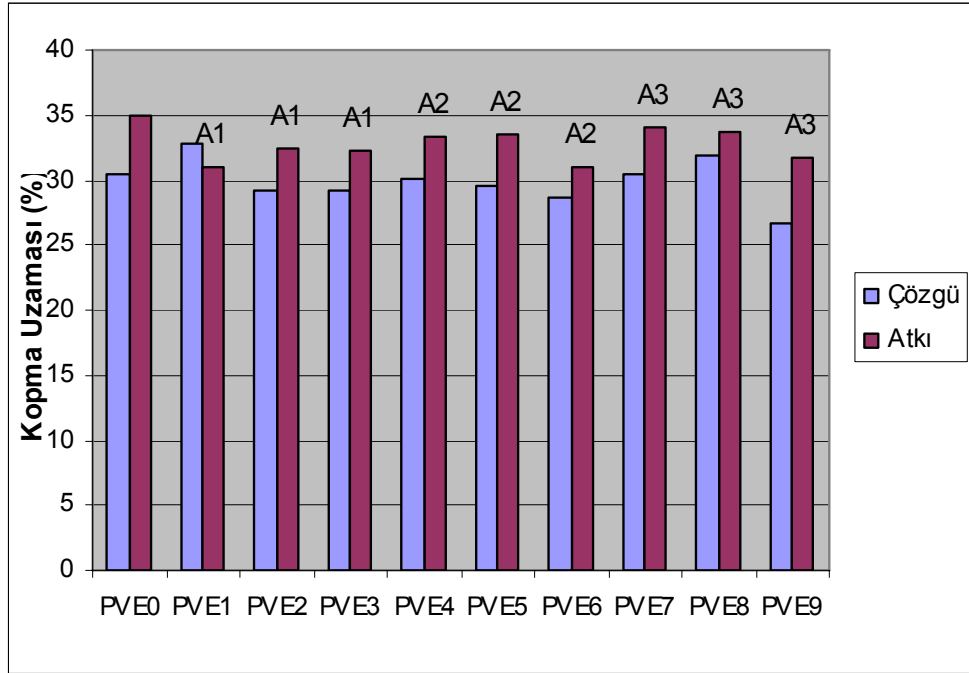
vermiştir. Yine mukavemet sonuçlarında olduğu gibi, çözgü yönünün tersine uzamada da en çok düşüş gösteren numune A2 apre maddesi ve 40 g/l emdirme yöntemiyle elde edilen olmuştur.

6.2.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Kopma Mukavemeti Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Kopma Mukavemeti ve Uzaması Test Sonuçları Şekil 6.6 ve Şekil 6.7’de verilmektedir. Numunenin gramajı esas alınarak test sırasında uygulanan ön gerilim 5 N olarak belirlenmiştir.



Şekil 6.6. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Kopma Mukavemeti Test Sonuçları



Şekil 6.7. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Kopma Uzaması Test Sonuçları

Şekil 6.6 incelendiğinde, çözgü yönünde tüm apre maddeleri için referansa göre kopma mukavemetinde düşüş görülmekle birlikte en çok düşüş çektirme yönteminde gözlenmektedir. Apre maddesi cinslerinin kopma mukavemetine etkisi referansa göre kıyaslandığında A1 apre maddesinin referansla hemen hemen benzer mukavemet sonuçları verdiği, diğer apre maddelerinin ise değişken sonuçlar verdiği gözlenmektedir.

Atkı yönünde, tüm apre maddelerinde referansa göre benzer veya daha yüksek sonuçlar 40 g/l emdirme yönteminde elde edilmiştir. Çektirme ve 20 g/l emdirme yöntemlerinde genellikle referansa göre kopma mukavemetinde düşüş gözlenmektedir. Apre maddesi cinslerinin kopma mukavemetine etkisi referansa göre kıyaslandığında ise tüm apre maddesi cinslerinin artma veya azalma miktarının birbirine benzer olduğu gözlenmiştir.

Şekil 6.7'daki kopma uzaması sonuçlarına bakıldığında; çözgü yönünde, tüm apre maddesi cinslerinde referansa göre kopma uzamasında çok fazla değişim gözlenmemektedir. Fakat genel olarak düşme eğilimi emdirme yöntemlerinde gözlenmektedir.

Atkı yönünde de çözgü yönünde olduğu gibi, referansa göre kopma uzamasındaki değişim çok az olmakla birlikte tüm numunelerde düşme eğilimi gözlenmektedir.

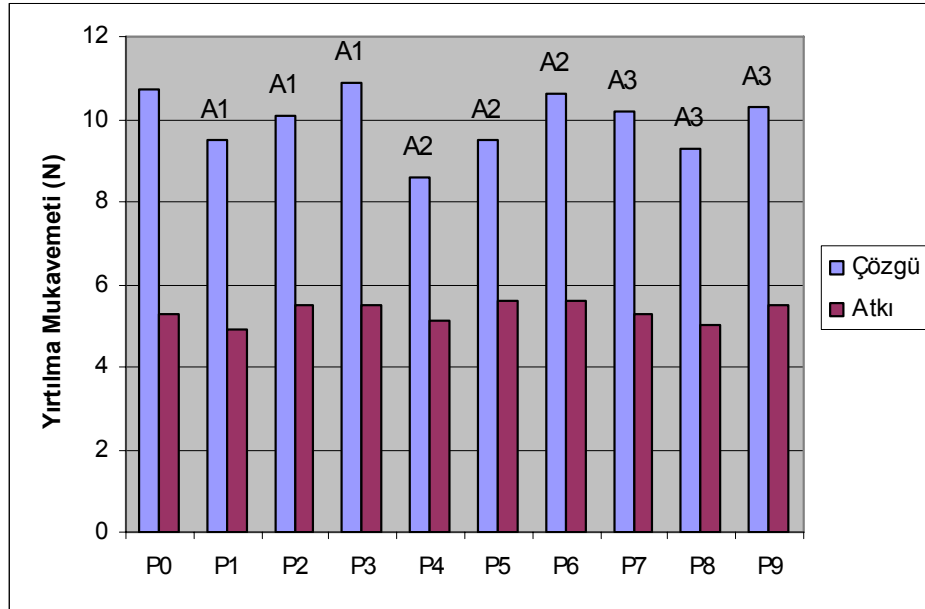
6.3. Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

Antibakteriyel apre etkisiyle kopma mukavemetinde görülen değişimin yırtılma mukavemetinde de görülüp görülmeyeceği düşüncesiyle numuneler yırtılma mukavemeti testine tabi tutulmuş, hemen hemen bütün kumaşlarda birbirlerine göre benzer eğilimler gözlenmiştir.

Yırtılma Mukavemeti Testi TS EN ISO 13937-1 standardına göre yapılmıştır.

6.3.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

Pamuklu kumaşlar için Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları Şekil 6.8’de verilmektedir. Numunelere uygulanan maksimum kuvvet 16 N’dur.



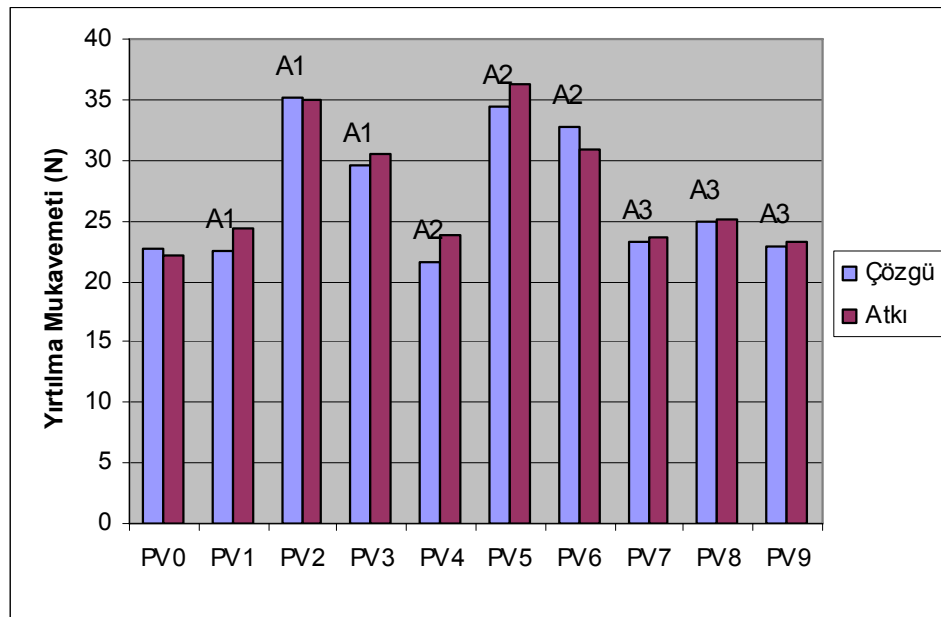
Şekil 6.8. Pamuklu Numunelere Uygulanan Yırtılma Mukavemeti Testi Sonuçları

Şekil 6.8’de görüldüğü gibi çözgü yönünde tüm apre maddesi cinslerinde referansa göre kıyaslandığında çektirme ve 40 g/l emdirme yöntemlerinin hepsinde yırtılma mukavemetinde düşüş gözlenmekte, tüm 20 g/l emdirme yöntemlerinde ise yırtılma mukavemetinde artış gözlenmektedir. Apre maddesi cinslerinin kopma mukavemetine etkisi referansa göre kıyaslandığında ise tüm apre maddesi cinslerinin artma veya azalma durumlarının birbirine benzer olduğu gözlenmiştir.

Atkı yönünde ise, referansa göre yırtılma mukavemetinde önemli değişiklikler gözlenmemektedir.

6.3.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

PES/VİS kumaşlar için Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları Şekil 6.9’de verilmektedir. Numunelere uygulanan maksimum kuvvet 32 ve 64 N’dur.



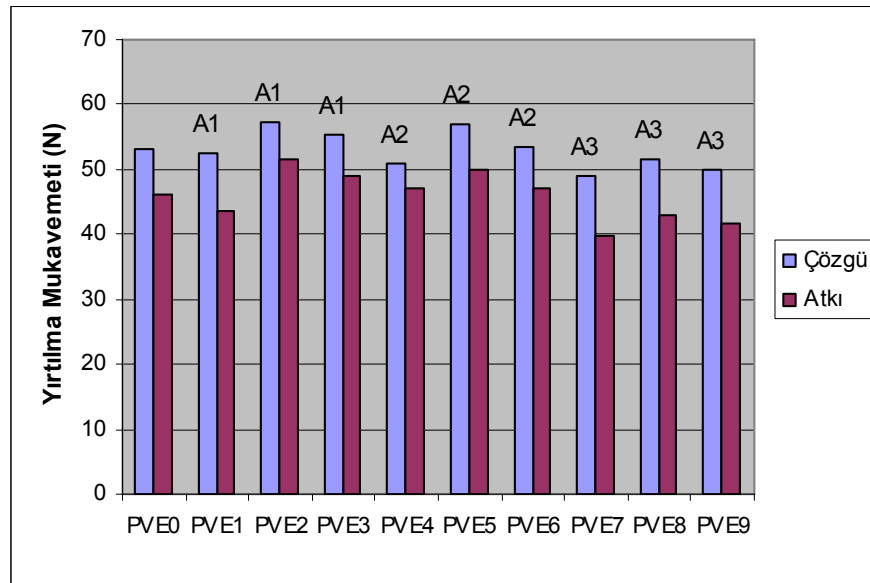
Şekil 6.9. PES/VİS Numunelere Uygulanan Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

Şekil 6.9’da görüldüğü gibi PES/VİS kumaşın atkı ve çözgü yönlerinde referansa göre artma-azalma eğilimi tüm numunelerde hemen hemen aynıdır. A1 ve A2 apre maddesi kullanıldığında farklı yöntemlerde çeşitli oranlarda referans

numuneye göre yırtılma mukavemetinde artış gözlenmektedir. Fakat A3 apre maddesinde referansa göre önemli bir değişiklik görülmemektedir. En yüksek artış 40 ve 20 g/l emdirme yöntemlerinde gözlenmektedir.

6.3.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları Şekil 6.10'da verilmektedir. Numunelere uygulanan maksimum kuvvet 64 N'dur.



Şekil 6.10. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Yırtılma Mukavemeti Test Sonuçları

Şekil 6.10 incelendiğinde; PES/VİS kumaşta olduğu gibi PES/VİS/EA kumaşta da atkı ve çözgü yönlerindeki davranış birbirine paraleldir. A1 ve A2 apre maddelerinde yırtılma mukavemeti değerleri referansa göre aynı kalmakta veya artma gözlenmekteyken, A3 apre maddesinde tüm yöntemlerde düşüş gözlenmektedir.

6.4. Martindale Pilling Test Sonuçları

Enzimatik bitim işlemlerinde kumaş yüzeyindeki bir kısım pillingler yok olmaktadır (Ravandi ve arkadaşları, 2004). Antibakteriyel aprenin de pilling oluşumuna bir etkisinin olup olmadığı tespit edilmek istenmiştir.

Martindale Pilling Testi TS EN ISO 12945-2 standardına göre 7000 devre kadar yapılmıştır. Numunelere işlem sırasında 415 g ağırlık uygulanmıştır.

6.4.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Martindale Pilling Test Sonuçları

Pamuklu kumaşlar için Martindale Pilling Test Sonuçları Çizelge 6.8’de verilmektedir.

Çizelge 6.8. Pamuklu Numunelere Uygulanan Martindale Pilling Test Sonuçları

Numune No	Devir Sayısı					
	125	500	1000	2000	5000	7000
P0	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
P1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
P2	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
P3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
P4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
P5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
P6	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
P7	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4
P8	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
P9	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4

Çizelge 6.8’de görüldüğü gibi çalışmada kullanılan pamuklu kumaşın pillinglenme özelliğine antibakteriyel apre maddesi cinsinin, apre yönteminin veya apre derişiminin herhangi bir etkisi görülmemektedir.

6.4.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Martindale Pilling Test Sonuçları

PES/VİS kumaşlar için Martindale Pilling Test Sonuçları Çizelge 6.9’da verilmektedir.

Çizelge 6.9. PES/VİS Numunelere Uygulanan Martindale Pilling Test Sonuçları

Numune No	Devir Sayısı					
	125	500	1000	2000	5000	7000
PV0	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV1	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV2	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV3	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV4	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV6	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV7	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV8	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PV9	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5

Çizelge 6.9’da görüldüğü gibi çalışmada kullanılan PES/VİS kumaşın pillingleme özelliğine antibakteriyel apre maddesi cinsinin, apre yönteminin veya apre derişiminin herhangi bir etkisi görülmemektedir.

6.4.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Martindale Pilling Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Martindale Pilling Test Sonuçları Çizelge 6.10’da verilmektedir.

Çizelge 6.10. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Martindale Pilling Test Sonuçları

Numune No	Devir Sayısı					
	125	500	1000	2000	5000	7000
PVE0	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE1	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE2	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE3	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE4	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE5	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE6	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE7	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE8	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4
PVE9	4/5	4/5	4/5	4/5	4	4

Çizelge 6.10’da görüldüğü gibi çalışmada kullanılan diğer kumaşlarda olduğu gibi PES/VİS/EA kumaşın da pillinglenme özelliğine antibakteriyel apre maddesi cinsinin, apre yönteminin veya apre derişiminin herhangi bir etkisi görülmemektedir.

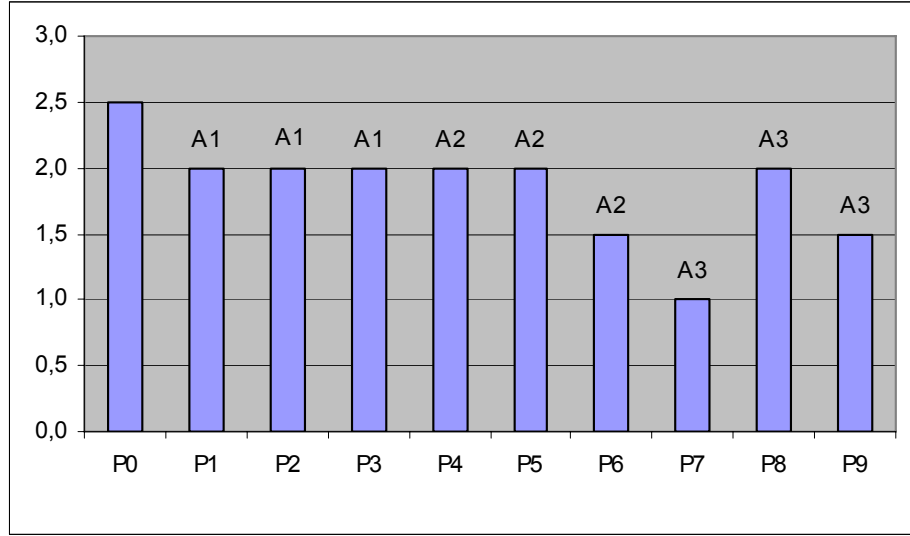
6.5. Buruşma Açısı Testi Sonuçları

Antibakteriyel aprenin kumaşın buruşmazlık özelliklerine olan etkisini araştırırken literatürde yapılan diğer bitim işlemleri ile ilgili çalışmalar da incelenmiştir. Kalıcı ütü apresi ve elastiklik kazandıran apre dışında kalıcı yanmazlık apresi kumaşın tutum özelliklerine olumsuz etki göstermektedir (Lickfield ve arkadaşları, 2000; Mamalis ve arkadaşları, 2001; Frydrych ve arkadaşları, 2003).

Antibakteriyel aprenin ise kumaşın tutum özelliklerinden buruşma direncine farklı tür kumaşlarda farklı etki gösterdiği görülmüştür. Buruşma Açısı ISO 9867 standardına göre yapılmıştır.

6.5.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Buruşma Açısı Test Sonuçları

Pamuklu kumaşlar için Buruşma Açısı Test Sonuçları Şekil 6.11’de verilmektedir. 1’den 5’e doğru gidildikçe buruşmazlık özelliğinin iyileştiği anlaşılmaktadır.

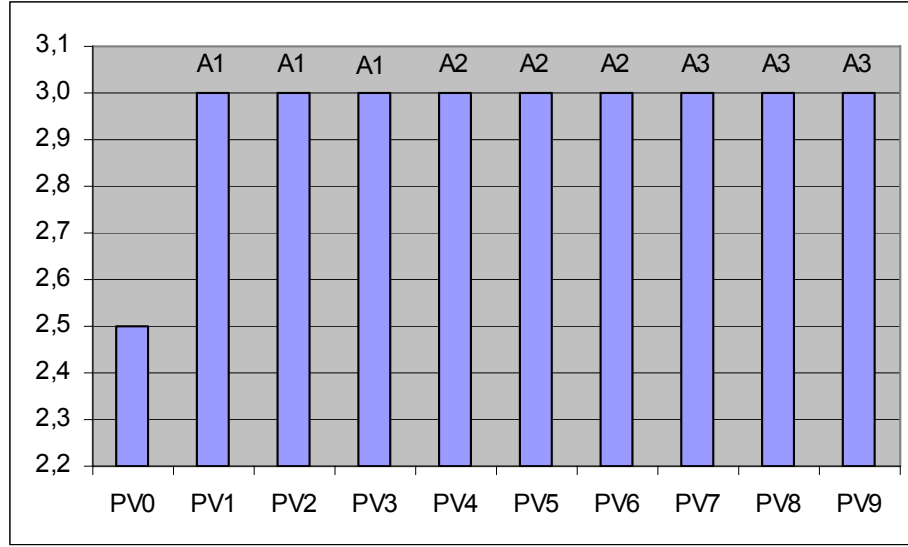


Şekil 6.11. Pamuklu Numunelere Uygulanan Buruşma Açısı Test Sonuçları

Şekil 6.11’de görüldüğü gibi tüm apre maddelerinde ve tüm apre yöntemlerinde referansa göre buruşma özelliğinde bir düşüş gözlenmektedir. En çok düşüş A3 apre maddesinde gözlenmiştir.

6.5.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Buruşma Açısı Test Sonuçları

PES/VİS kumaşlar için Buruşma Açısı Test Sonuçları Şekil 6.12’de verilmektedir.

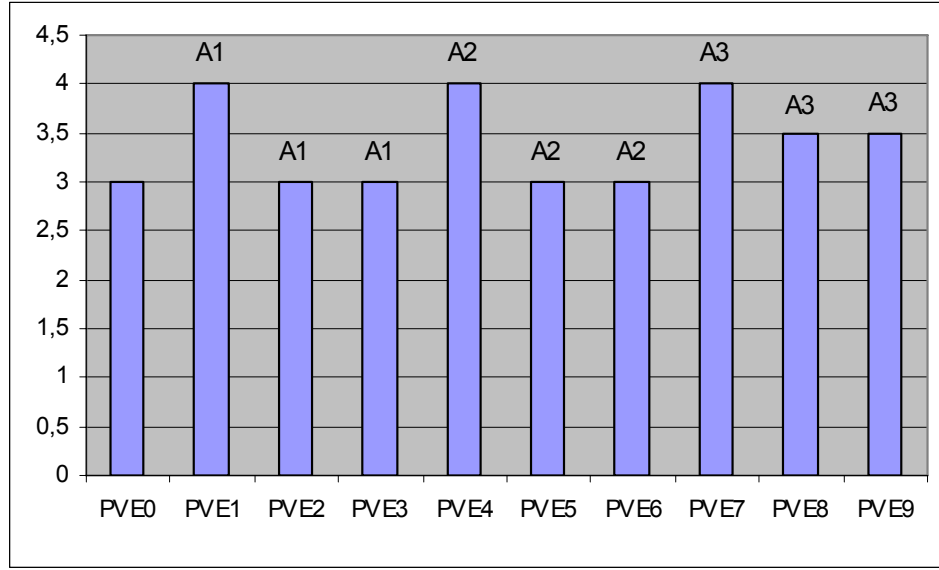


Şekil 6.12. PES/VİS Numunelere Uygulanan Buruşma Açısı Test Sonuçları

Şekil 6.12’de görüldüğü gibi antibakteriyel apre yapılmış numunelerin referans numuneye göre buruşma davranışı iyileşmekle birlikte, apre cinsleri, apre yöntemleri ve apre derişimleri arasında fark gözlenmemektedir.

6.5.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Buruşma Açısı Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Buruşma Açısı Test Sonuçları Şekil 6.13’de verilmektedir.



Şekil 6.13. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Buruşma Açısı Test Sonuçları

Şekil 6.13’de görüldüğü gibi A1 ve A2 apre maddesinde çektirme yönteminde referansa göre buruşma özelliğinde bir iyileşme görülürken, diğer yöntemler referansla aynı buruşma sonucu vermektedir. Apre maddelerinden de en iyi buruşma sonucunu A3 apre maddesi vermektedir.

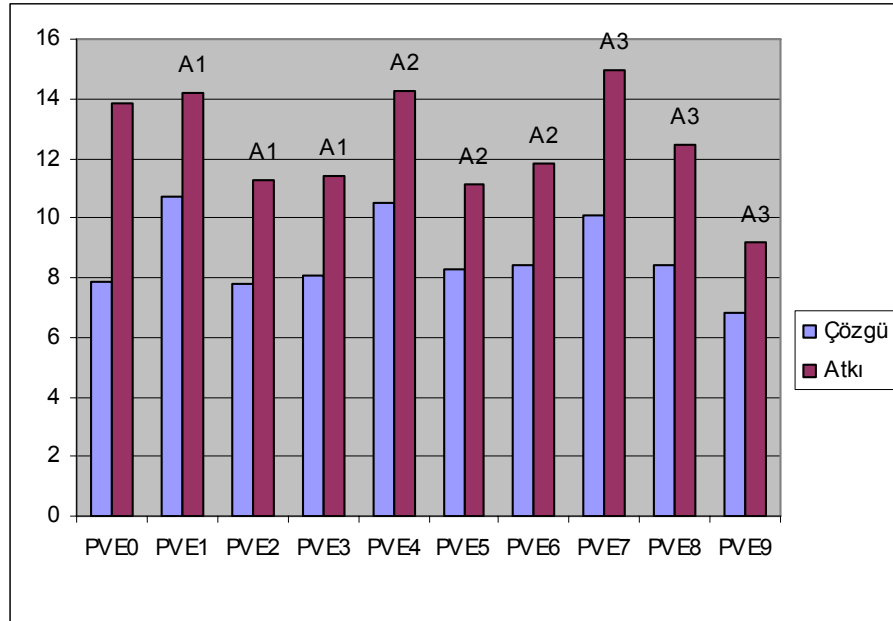
6.6. Elastikiyet Test Sonuçları

Bazı bitim işlemleri kumaşın eğilme bükülme özelliklerine olumsuz etki göstermektedirler. Mamalis ve arkadaşları (2001), kalıcı yanmazlık apresinin kumaşın bu özelliklerinde düşmem meydana getirdiğini bulmuşlardır. Antibakteriyel aprenin de kumaşın bu gibi elastikiyet ve kalıcı uzama özelliklerine etki edip etmediği araştırılmıştır.

Elastikiyet Testi BS 4952 standardına göre yapılmıştır. Maksimum kuvvet olarak 50 N kullanılmıştır.

6.6.1. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Elastikiyet Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Elastikiyet Test Sonuçları Şekil 6.14’de verilmektedir. Numunelere uygulanan maksimum kuvvet 50 N, ön gerilim 2 N’dir.



Şekil 6.14. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Elastikiyet Test Sonuçları

Şekil 6.14’de görüldüğü gibi referansa göre elastikiyet özelliklerindeki değişim grafiği atkı ve çözgü yönlerinde birbirine paralel gitmektedir.

Çözgü yönünde; elastikiyet açısından çektirme yönteminde referansa göre belirli miktarda artış gözlenirken, 40 ve 20 g/l emdirme yöntemlerinde elastikiyette önemli bir değişiklik kaydedilmemektedir. Çözgü yönünde tek düşüş A3 apre maddesinde gözlenmiştir.

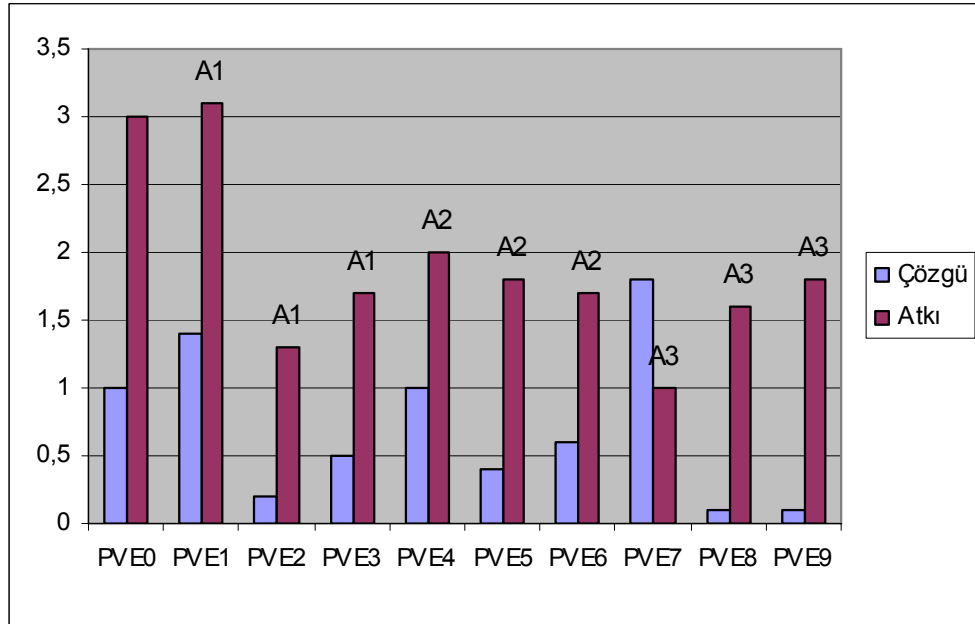
Atkı yönünde çektirme yönteminde referansa göre elastikiyet sonucunda önemli bir değişiklik kaydedilmezken, 40 ve 20 g/l emdirme yöntemlerinde elastikiyette bir azalma gözlenmektedir. En çok düşüş A3 apre maddesinde gözlenmiştir.

6.7. Kalıcı Uzama Test Sonuçları

Kalıcı Uzama Testi BS 4952 standardına göre yapılmıştır. Maksimum kuvvet olarak 50 N kullanılmış, ön gerilim uygulanmamıştır.

6.7.1. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Kalıcı Uzama Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Kalıcı Uzama Test Sonuçları Şekil 6.15'te verilmektedir. Numunelere uygulanan maksimum kuvvet 50 N'dur.



Şekil 6.15. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Kalıcı Uzama Test Sonuçları

Şekil 6.15'de görüldüğü gibi, A1 ve A2 apre maddeleri için referansa göre kalıcı uzamadaki değişim eğilimi atkı ve çözgü yönlerinde birbirine paralel gitmektedir.

Çözgü yönünde çektirme yöntemi hariç tüm yöntemlerde kalıcı uzamada düşme görülürken, çektirme yönteminde artma veya değişmeme durumu söz konusu olmuştur. Atkı yönünde tüm numunelerde kalıcı uzamada düşme görülmektedir. Bu istenen bir durumdur. En çok düşüş A3 apre maddesinde görülmektedir.

6.8. Yıkama Haslığı Testi Sonuçları

Yurdakul ve arkadaşları (2003), kumaş boyama işleminden sonra kullanılan yumuşatıcıların yıkama haslıklarını etkilemediği, normal fiksatorlerin ise boyarmadde cinsine bağlı olarak yıkama haslığını artırdıklarını gözlemişlerdir. Bir yaş apre olan antibakteriyel bitim işleminin de kumaşın yıkama haslığı üzerinde etkili olabileceği düşünülmüştür. Fakat yumuşatma apresi gibi antibakteriyel aprenin de yıkama haslığına önemli bir etki göstermediği gözlenmiştir.

Yıkama Haslığı Testi TS EN ISO 105-C06 standardına göre pamuklu kumaşlara C2S programında (60°C) , PES/VİS kumaşlara B2S programında (50°C), PES/VİS/EA kumaşlara A2S programında (40°C) yıkama işlemi yapılmıştır.

6.8.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Farklı cins antibakteriyel apre maddelerinin, farklı yöntemlerle applike edildiği pamuklu numunelere uygulanan yıkama haslığı test sonuçları Çizelge 6.11’de verilmiştir.

Çizelge 6.11. Pamuklu Numunelere Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
P0	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5
P1	4/5	4	4	4	4/5	5	5
P2	4/5	5	4/5	5	5	5	5
P3	4/5	4/5	4/5	5	5	5	4/5
P4	4/5	5	4	4/5	4/5	5	5
P5	4/5	4/5	4	4/5	5	5	5
P6	4/5	4/5	4/5	5	5	5	5
P7	4/5	4	4	4	4/5	5	4/5
P8	4/5	5	4/5	4/5	5	5	5
P9	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5

Çizelge 6.11.'den görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları iyi çıkmış ve çok büyük değişimler gözlemlenmemiştir. En düşük haslık değeri 4 olarak belirlenmiştir. Numuneler referansa göre karşılaştırıldığında, daha kötü olan haslıklar genellikle tüm apre maddesi cinslerinde çektirme yöntemine göre yapılan apre denemelerinde gözlenmiştir. Bu bakımdan emdirme ve çektirme yöntemi kıyaslandığında, emdirme yönteminin bu kimyasallar için daha iyi haslık sonuçları verdiği görülmektedir.

6.8.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Çeşitli apre maddelerinin, farklı yöntemlerle applike edildiği PES/VİS numunelere uygulanan yıkama haslığı testi sonuçları Çizelge 6.12'de verilmiştir.

Çizelge 6.12. PES/VİS Numunelere Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PV0	4/5	2/3	3	3	3/4	4	4
PV1	4/5	2	2/3	2	2/3	4	4
PV2	4/5	2/3	2/3	2/3	3	4	4
PV3	4/5	2/3	2/3	2/3	3	4	4
PV4	4/5	2	2/3	2	2/3	4	4
PV5	4/5	2/3	2/3	2/3	3	4	4
PV6	4/5	2/3	3	2/3	3/4	4	4
PV7	4/5	2	2/3	2	3	4	4
PV8	4/5	2/3	2/3	2/3	3	4	4
PV9	4/5	3	3	2/3	3/4	4	4

Çizelge 6.12.'den görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları referansa çok yakın çıkmıştır ve çok büyük değişimler gözlenmemiştir. Numuneler referansa göre karşılaştırıldığında pamuklu numunede olduğu gibi, daha kötü olan haslıklar genellikle tüm apre maddesi cinslerinde çektirme yöntemine göre yapılan apre denemelerinde gözlenmiştir. Bu bakımdan emdirme ve çektirme yöntemi kıyaslandığında, emdirme yönteminin bu kimyasallar için daha iyi haslık sonuçları verdiği görülmektedir.

6.8.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Çeşitli apre maddelerinin, farklı yöntemlerle applike edildiği PES/VİS/EA numunelere uygulanan yıkama haslığı testi sonuçları Çizelge 6.13’de verilmiştir.

Çizelge 6.13. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Yıkama Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PVE0	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5
PVE1	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5
PVE2	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5
PVE3	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5
PVE4	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5
PVE5	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5
PVE6	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5
PVE7	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	4/5
PVE8	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5
PVE9	4/5	5	5	4/5	5	5	5

Çizelge 6.13’den görüldüğü gibi genelde bütün haslık sonuçları iyi ve referansa çok yakın çıkmıştır. Sadece çektirme yönteminde pamuk lifine akma değerlerinde yarım derece düşüş gözlenmektedir.

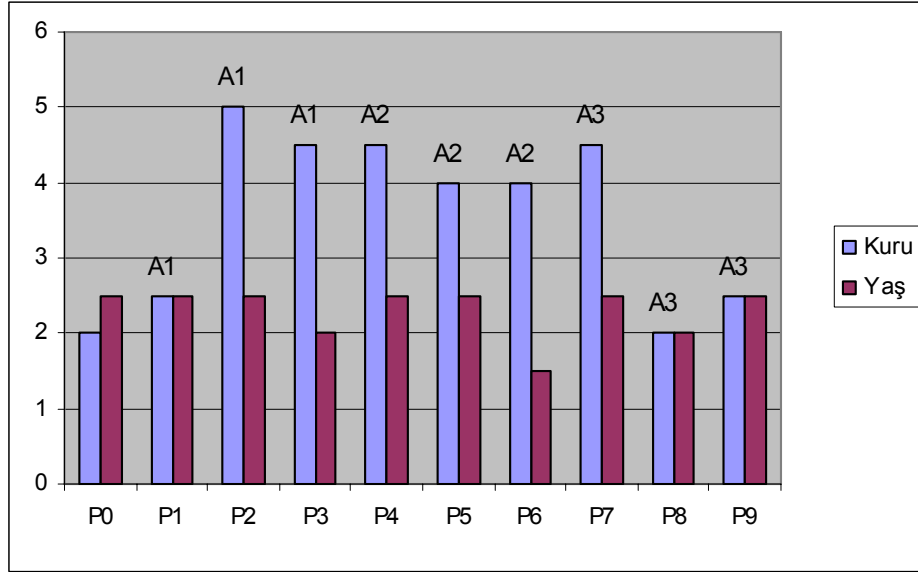
6.9. Sürtme Haslığı Testi Sonuçları

Yurdakul ve arkadaşları (2003), kumaş boyama işleminden sonra kullanılan yumuşatıcıların yaş sürtme haslığını etkilemediği, yumuşatıcıya bağlı olarak kuru sürtme haslığını düşürdüğü gözlenmiştir. Normal fiksatorlerin ise kuru ve yaş sürtme haslıklarını etkilemediği görülmüştür.

Benzer şekilde boyama işleminden sonra yapılan antibakteriyel bitim işleminin sürtme haslığına etkisi araştırılmıştır. Sürtme Haslığı Testi TS EN ISO 105-X12 standardına göre kuru ve yaş olarak yapılmıştır.

6.9.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Sürtme Haslığı Test Sonuçları

Pamuklu kumaşlar için Kuru ve Yaş sürtme Haslığı Test Sonuçları Şekil 6.16’da verilmektedir.

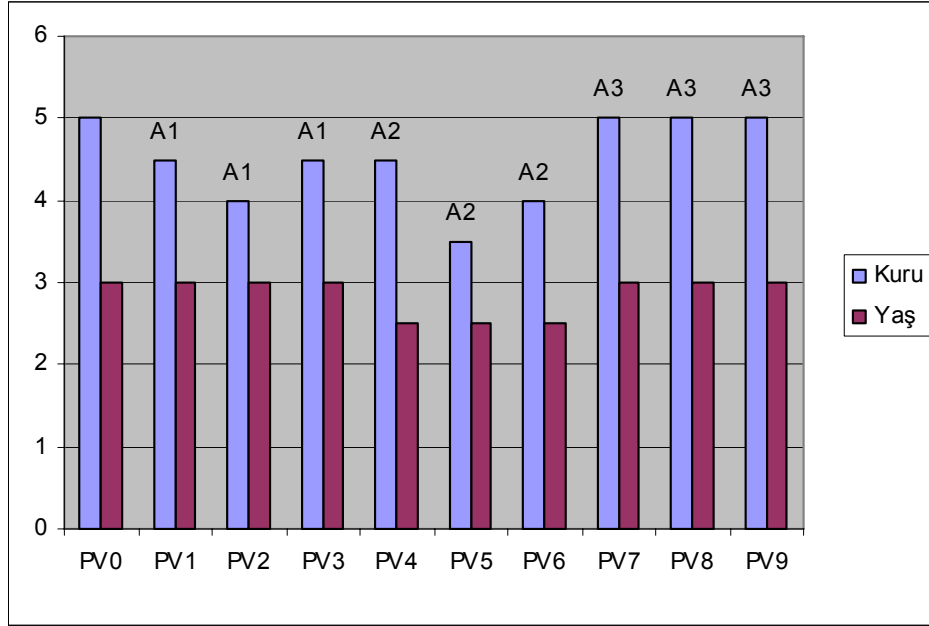


Şekil 6.16. Pamuklu Numunelere Uygulanan Sürtme Haslığı Test Sonuçları

Şekil 6.16’da görüldüğü gibi referans numuneye göre diğer numunelerde özellikle kuru sürtmede belirli oranlarda iyileşmeler gözlenmiştir. Fakat yaş haslık değerinde hiçbir iyileşme olmamakla birlikte bazı numunelerde kötüleşmeler de gözlenmiştir.

6.9.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Sürtme Haslığı Test Sonuçları

PES/VİS kumaşlar için Kuru ve Yaş Sürtme Haslığı Test Sonuçları Şekil 6.17’de verilmektedir.



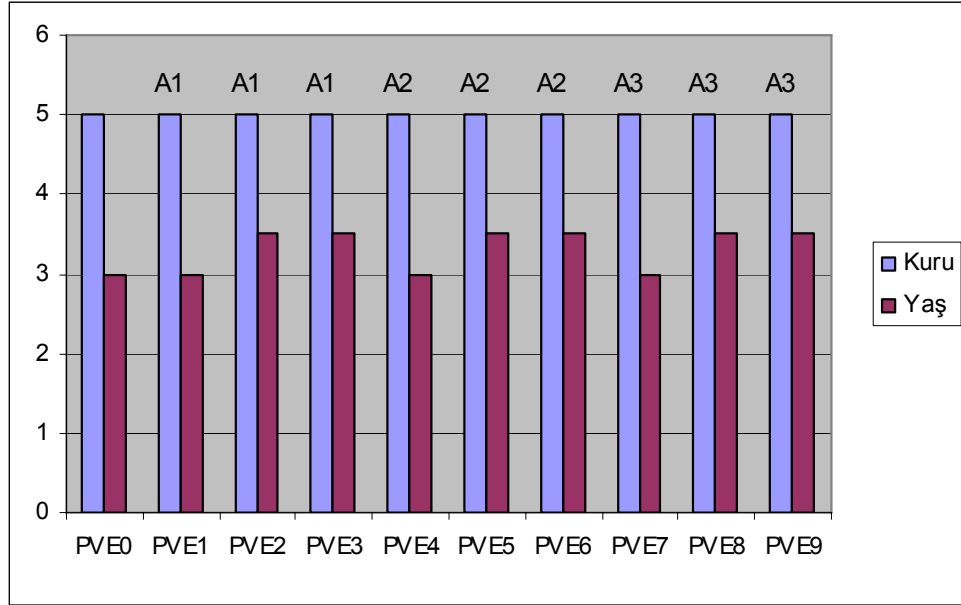
Şekil 6.17. PES/VİS Numunelere Uygulanan Sürtme Haslığı Test Sonuçları

Şekil 6.17’de görüldüğü gibi A3 apre maddesi hariç tüm apre maddesi cinslerinde kuru sürtmede referansa göre kötüleşme gözlenmektedir. A3 apre maddesinde ise ne kuru ne de yaş sürtmede bir değişiklik görülmemektedir. Kuru sürtmede kötüleşme eğilimi daha çok 40 g/l emdirme yönteminde gözlenmiştir.

Yaş sürtme haslığında referansa göre kötüleşmenin gözlemlendiği tek apre maddesi A2 apre maddesidir. A2 maddesinin bütün yöntemlerde referansa göre yarım derece düşüş gözlenmiştir.

6.9.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Sürtme Haslığı Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Kuru ve Yaş Sürtme Haslığı Test Sonuçları Şekil 6.18’de verilmektedir.



Şekil 6.18. PES/VIS/EA Numunelere Uygulanan Sürtme Haslığı Test Sonuçları

Şekil 6.18’de görüldüğü gibi kuru sürtme haslığında numunelerde hiçbir değişiklik söz konusu değildir. Yaş sürtmede ise tüm apre maddesi cinslerinde emdirme yönteminde referansa göre yarım derece iyileşmeler gözlenmektedir.

6.10. Su Haslığı Testi Sonuçları

Bitim işlemlerinin kumaşın su haslığı üzerine etkisinin incelendiği herhangi bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu nedenle antibakteriyel aprenin kumaşın su haslığı üzerine bir etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Su Haslığı Testi TS EN ISO 105-E01 standardına göre yapılmıştır.

6.10.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Su Haslığı Test Sonuçları

Pamuklu kumaşlar için Su Haslığı Test Sonuçları Çizelge 6.14’de verilmektedir.

Çizelge 6.14. Pamuklu Numunelere Uygulanan Su Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
P0	4/5	4	3/4	4	4/5	4/5	4/5
P1	4/5	4	2/3	3	4	4	3/4
P2	4/5	4	3/4	4	4/5	4	3/4
P3	4/5	4	2	3	3/4	3/4	3/4
P4	4/5	4	2/3	3	3/4	3/4	3/4
P5	4/5	4/5	3/4	4	4/5	4/5	3/4
P6	4/5	4	2/3	3	4	4	3/4
P7	4/5	3/4	2	2/3	3	3	3
P8	4/5	4	3/4	4	4	4/5	4
P9	4/5	4/5	3	3/4	4	4/5	4

Çizelge 6.14’de görüldüğü gibi, referans numunenin su haslığı değerlerine en yakın sonuçlar bütün apre maddelerinde 40 g/l emdirme yöntemindeydir. Diğer numunelerde çeşitli oranlarda düşüşler gözlenmektedir. Apre maddesi cinslerinden en iyi haslık değerleri A3 apre maddesi ile elde edilmiştir.

6.10.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Su Haslığı Test Sonuçları

PES/VİS kumaşlar için Su Haslığı Test Sonuçları Çizelge 6.15’de verilmektedir.

Çizelge 6.15. PES/VİS Numunelere Uygulanan Su Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PV0	4/5	3	4	3	3/4	4	4
PV1	4/5	3	3/4	2/3	3	3/4	3
PV2	4/5	3	3/4	2/3	3	3/4	4
PV3	4/5	2/3	3/4	2/3	3/4	3/4	4
PV4	4/5	2/3	3/4	2/3	3	3/4	3/4
PV5	4/5	2/3	3/4	2	3	3/4	3/4
PV6	4/5	2	3/4	2/3	3	3/4	3/4
PV7	4/5	4	4	3	3/4	4	4
PV8	4/5	3	4	3	3/4	4	4/5

PV9	4/5	4	4	3	3/4	4	4
------------	-----	---	---	---	-----	---	---

Çizelge 6.15’de görüldüğü gibi, hemen hemen tüm liflere akma değerlerinde A3 apre maddesi diğer apre maddelerine göre daha iyi sonuçlar vermiştir. Diğer apre maddelerinde referansa göre kötüleşmeler gözlenirken, A3 apre maddesinde kötüleşme gözlenmemektedir.

6.10.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Su Haslığı Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Su Haslığı Test Sonuçları Çizelge 6.16’da verilmektedir.

Çizelge 6.16. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Su Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PVE0	4/5	5	5	4/5	5	5	5
PVE1	4/5	4	2/3	2/3	4/5	4/5	3/4
PVE2	4/5	5	5	4/5	5	5	5
PVE3	4/5	4/5	5	4/5	5	5	5
PVE4	4/5	4	3/4	3	4/5	4/5	4/5
PVE5	4/5	5	5	4/5	5	5	5
PVE6	4/5	4/5	4/5	4/5	5	5	5
PVE7	4/5	3/4	2	2	3	3/4	3
PVE8	4/5	4/5	4/5	4	5	5	5
PVE9	4/5	4	3/4	3	4/5	4/5	4/5

Çizelge 6.16’da görüldüğü gibi, özellikle çektirme yönteminde referansa göre su haslığında büyük oranda kötüleşme gözlenmektedir. Diğer apre yöntemlerinde referansa göre önemli bir değişim gözlenmemektedir. Apre maddelerinin içerisinde ise en kötü su haslığı değerlerini A3 apre maddesi vermektedir, en iyi sonuçlar da A2 apre maddesinde gözlenmektedir.

6.11. Ter Haslığı Testi Sonuçları

Ter Haslığı Testi prEN ISO 105-E 04 (1995) standardına göre asidik ve bazik olarak iki şekilde yapılmıştır.

6.11.1. Pamuklu Kumaşlar İçin Ter Haslığı Test Sonuçları

Pamuklu kumaşlar için Ter Haslığı Test Sonuçları Çizelge 6.17’de verilmektedir.

Çizelge 6.17. Pamuklu Numunelere Uygulanan Ter Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Asidik Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
P0	4/5	4/5	3/4	3/4	4	4/5	4/5
P1	4/5	4	2	1/2	3/4	3/4	3/4
P2	4/5	4/5	3/4	3/4	4/5	4/5	4/5
P3	4/5	4	1/2	1/2	3	3	3/4
P4	4/5	4	1/2	1/2	3	3/4	3
P5	4/5	4/5	3	3	4/5	4/5	4/5
P6	4/5	4	2	2	3/4	3/4	4
P7	4/5	4	1/2	1/2	3	3/4	3
P8	4/5	4/5	4	3/4	4/5	5	4/5
P9	4/5	4/5	2/3	2/3	4	4	4
Numune No	Bazik Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
P0	4/5	4/5	3/4	4	4	4/5	4/5
P1	4/5	4	1/2	3	3/4	3/4	3/4
P2	4/5	4	3	4	4/5	4/5	4/5
P3	4/5	4	1/2	3	3/4	3/4	3/4
P4	4/5	4	1/2	3	3/4	3/4	3
P5	4/5	4/5	3	4	4/5	4	4/5
P6	4/5	4	2	3/4	4	3/4	4
P7	4/5	4	1/2	3	3/4	3/4	3
P8	4/5	4/5	3	4/5	4/5	5	4/5
P9	4/5	4/5	2/3	4	4	4	4/5

Çizelge 6.17’de görüldüğü gibi asidik ter haslığında referansa en yakın sonuçlar, 40 g/l emdirme yönteminde gözlenmiştir. Diğer yöntemlerde asidik ter haslığında kötüleştirmeler gözlenmiştir. Apre yöntemlerinden ise A3 apre maddesi diğerlerine göre daha iyi sonuçlar vermektedir. Asidik ter haslığı için en kötü akma

değerleri multifibre üzerindeki pamuk ve naylon refakat bezinde, bazık de ise pamuk refakat bezinde ölçülmüştür.

Bazık ter haslığı değerinde uygulama yöntemi ve derişiminin yanı sıra, kullanılan apre cinsi de önem kazanmıştır. A1 ile elde edilen numunelerin haslık sonuçları referans numuneye göre düşerken, kendi aralarında bir varyasyon göstermemiştir. A3’de ise 40 g/l’de gerçekleştirilen emdirme uygulamasının en iyi haslık sonucunu verdiği görülmüştür.

6.11.2. PES/VİS Kumaşlar İçin Ter Haslığı Test Sonuçları

PES/VİS kumaşlar için Ter Haslığı Test Sonuçları Çizelge 6.18’de verilmektedir.

Çizelge 6.18. PES/VİS Numunelere Uygulanan Ter Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Asidik Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PV0	4/5	3	3/4	3	3/4	3/4	3/4
PV1	4/5	2/3	3	2/3	2/3	3	3
PV2	4/5	2/3	3	2/3	2/3	3	3
PV3	4/5	3	3	2/3	3	3/4	4
PV4	4/5	2/3	3	2/3	2/3	3	3
PV5	4/5	1/2	3	2/3	2/3	3	3
PV6	4/5	2/3	3	2	2/3	2/3	3/4
PV7	4/5	3	3	2/3	2/3	3	3
PV8	4/5	3	3/4	2/3	3	3	3
PV9	4/5	3	3	2/3	3	3	3/4
Numune No	Bazık Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PV0	4/5	3	3/4	3	3/4	3/4	3/4
PV1	4/5	2/3	3	2/3	2/3	3	3
PV2	4/5	2/3	3	2/3	3	3	3/4
PV3	4/5	3	3	2/3	3	3	3/4
PV4	4/5	2/3	3	2/3	2/3	3	3
PV5	4/5	2/3	3	2/3	2/3	3	3
PV6	4/5	2	3	2	2/3	2/3	3
PV7	4/5	3	3	2/3	3	3	3
PV8	4/5	3	3/4	2/3	3	3	3
PV9	4/5	3	3	2/3	3	3/4	3/4

Çizelge 6.17 incelendiğinde, asidik ve bazik ter haslığında genellikle en iyi sonuçlar ve özellikle multifibre'daki asetat, pamuk ve poliesterde referans numuneye en yakın sonuçlar A3 apre maddesinde elde edilmiştir. Apre yönteminin PES/VİS kumaşta asidik ve bazik ter haslığına belirli bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir.

6.11.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin Ter Haslığı Test Sonuçları

PES/VİS/EA kumaşlar için Ter Haslığı Test Sonuçları Çizelge 6.19'da verilmektedir.

Çizelge 6.19. PES/VİS/EA Numunelere Uygulanan Ter Haslığı Test Sonuçları

Numune No	Asidik Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PVE0	4/5	4/5	4/5	4	4/5	4/5	4/5
PVE1	4/5	3/4	2	1/2	4	3/4	2/3
PVE2	4/5	4/5	4	3/4	4/5	5	4
PVE3	4/5	4/5	4	3/4	4/5	4/5	4/5
PVE4	4/5	4	3/4	3	4/5	4	4
PVE5	4/5	4/5	4	3/4	4/5	4/5	4/5
PVE6	4/5	4/5	4	3/4	4/5	4/5	4/5
PVE7	4/5	3	2	1/2	3/4	4	2/3
PVE8	4/5	4/5	4/5	4	4/5	5	4/5
PVE9	4/5	4/5	4	3/4	4/5	4/5	4/5
Numune No	Bazik Test Sonuçları						
	Solma	Akma					
		Asetat	Pamuk	Naylon	Poliester	Akrilik	Yün
PVE0	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5
PVE1	4/5	3/4	2	2	3/4	3/4	2/3
PVE2	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
PVE3	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
PVE4	4/5	4	3/4	3/4	4	4	4
PVE5	4/5	4/5	4	4	4/5	4	4/5
PVE6	4/5	4/5	4	4	4/5	4/5	4/5
PVE7	4/5	3	2	1/2	3/4	3/4	2/3
PVE8	4/5	4/5	4/5	4	4/5	5	4/5
PVE9	4/5	4/5	4	3/4	4/5	4/5	4/5

Çizelge 6.19’da görüldüğü gibi, referansa göre en çok multifibre’daki pamuk ve naylon lifine akmada kötüleşme görülmektedir. Bu liflerde en iyi asidik ve bazik ter haslığı sonuçları A2 apre maddesi ile elde edilmiştir. Apre yöntemlerinden ise tüm apre maddesi cinslerinin çektirme yöntemlerinde referansa göre akmada çok düşüş görülmektedir.

6.12. Sonuçların İstatistiksel Değerlendirmesi

Sonuçların istatistiksel değerlendirilmesi Mühendislik alanında sık olarak kullanılan bir istatistiksel paket programda yapılmıştır. Sonuçların irdelenmesi için çeşitli modeller kurulmuş ve $\alpha=0,05$ anlamlılık seviyesinde F testleri yapılmıştır. Sonuçlar ANOVA tablosu ve model grafikleri incelenerek yorumlanmıştır.

Bu incelemenin yapılabilmesi için ilk olarak bir hipotez kurmak gerekmektedir. Bu çalışma için kurulan hipotez;

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8 = \mu_9$$

(Test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir fark yoktur)

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8 \neq \mu_9$$

(Test sonuçlarının ortalamaları arasında anlamlı bir fark vardır)

Çalışmada 3 farklı apre maddesi ve 3 farklı apre yöntemi kullanıldığı düşünülürse, burada 9 farklı μ ’nün ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı araştırılmıştır.

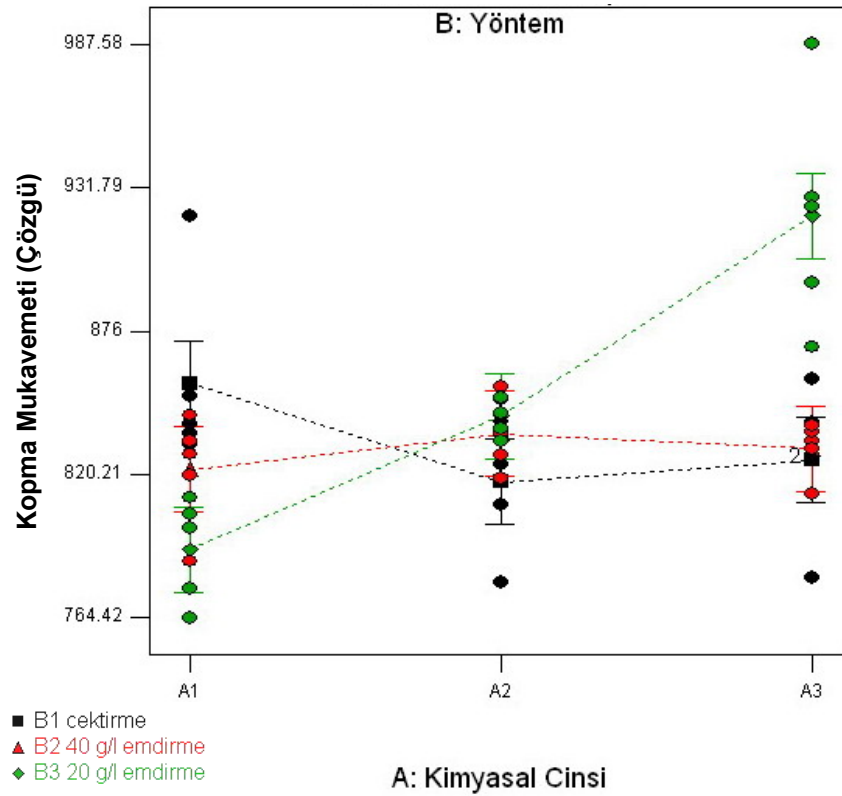
ANOVA tablosu yorumlanırken, test istatistiği olan F_0 , $\alpha=0,05$ anlamlılık seviyesi için belirlenen F değerinden büyük olduğu takdirde, modelin anlamlı olduğu sonucuna varılır. Bu durumda H_0 hipotezi reddedilmekte ve H_1 hipotezi kabul edilmektedir. Bunun anlamı, bu çalışmada kullanılan farklı proses parametrelerinin kumaş performans testlerinin sonuçları üzerinde etkili olduğudur.

6.12.1. Kopma Mukavemeti Testi

Çalışmada farklı apre kimyasalları ve farklı apre yöntemleri ile elde edilen kumaş numunelerine uygulanan Kopma Mukavemeti Test sonuçlarının varyans analizi yapılmıştır. Sonucunda, Antibakteriyel Apresi proses parametrelerinin çalışmada kullanılan tüm kumaş tipleri için kopma mukavemeti üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

6.12.1.1. Pamuklu Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme

Pamuklu kumaşların çözgü yönü kopma mukavemeti model grafiği Şekil 6.19'da görülmektedir.

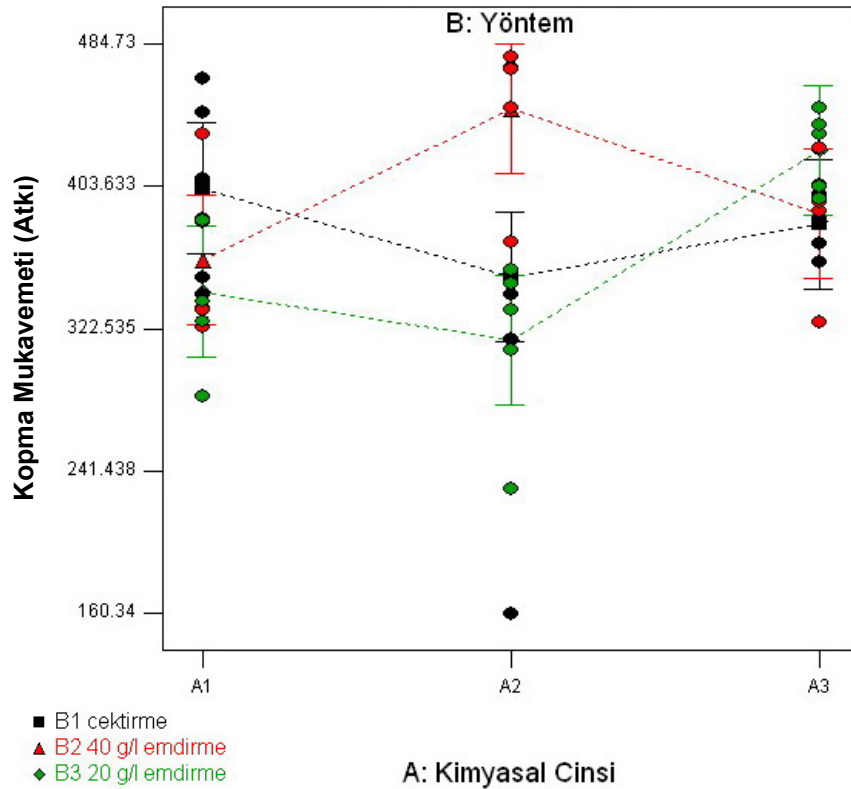


Şekil 6.19. Pamuklu Kumaşların Çözgü Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.19'dan görüldüğü gibi; apre yönteminin kopma mukavemetine etkisi apre maddesi cinsine göre değişmektedir. 20 g/l emdirme yöntemi A1 apre maddesi kullanıldığında en düşük mukavemet değerlerini verirken, A3 apre maddesi kullanıldığında en yüksek mukavemet değerlerini vermektedir. A2 apre maddesi kullanıldığında ise tüm apre yöntemleri yaklaşık mukavemet değerleri vermiştir.

Apre maddesinin kopma mukavemetine etkisine bakıldığında; A3 apre maddesinin kopma mukavemetine etkisinin en iyi olduğu görülmektedir.

Pamuklu kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti model grafiği Şekil 6.20'de görülmektedir.



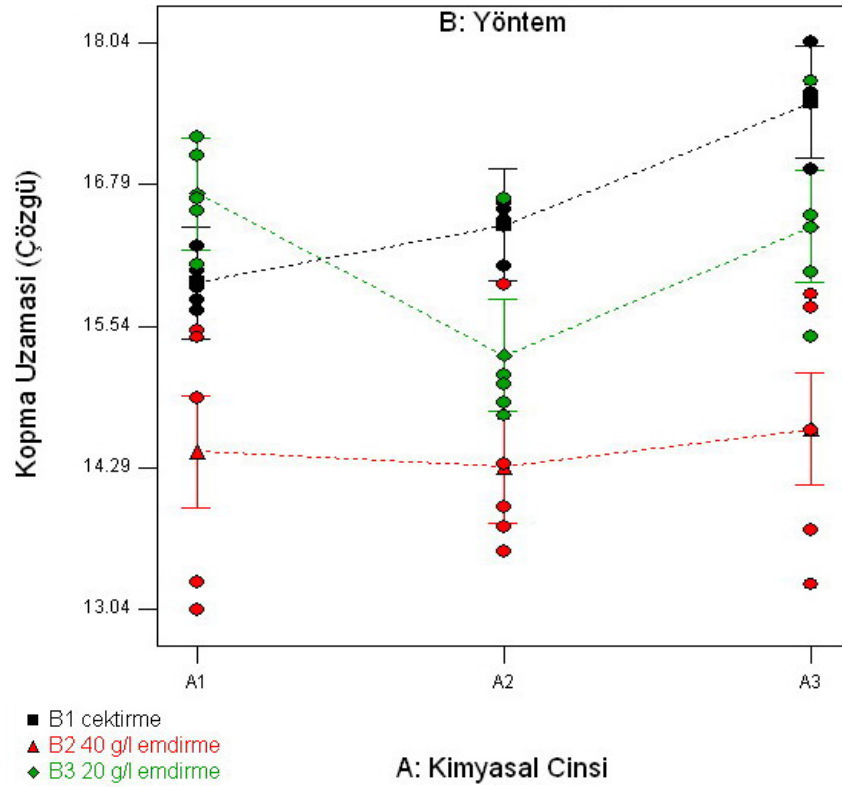
Şekil 6.20. Pamuklu Kumaşların Atkı Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.20 incelendiğinde; çözgü yönünde olduğu gibi atkı yönünde de apre yönteminin kopma mukavemetine etkisinin apre maddesi cinsine göre değiştiği görülmektedir. Çözgü yönünden farklı olarak; A1 ve A3 apre maddeleri

kullanıldığında tüm apre yöntemleri yaklaşık aynı mukavemet değerleri verirken, A2 apre maddesi kullanıldığında 40 g/l emdirme yönteminin mukavemete olumlu etkisi gözlenmektedir.

Apresinin kopma mukavemetine etkisi incelendiğinde; apre maddesi cinsinin kopma mukavemetine etkisinin apre yöntemine göre değiştiği gözlenmiştir. Çektirme yönteminde A1'in, 40 g/l emdirme yönteminde A2'nin, 20 g/l emdirme yönteminde A3'ün en yüksek kopma mukavemeti değerleri verdiği gözlenmiştir.

Pamuklu kumaşların çözgü yönü kopma uzaması model grafiği Şekil 6.21'de görülmektedir.



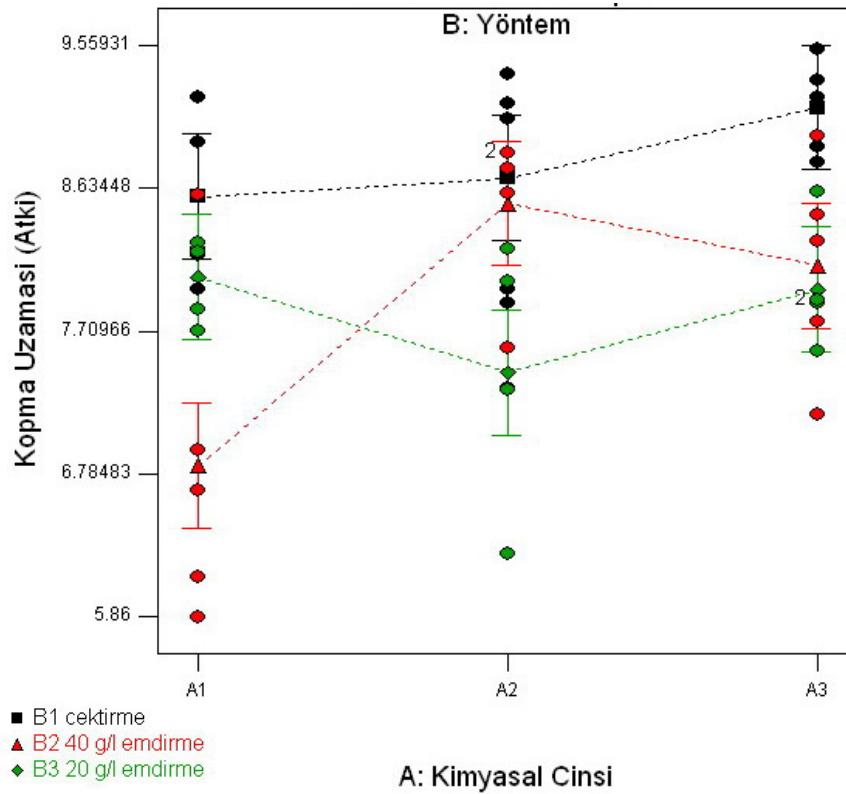
Şekil 6.21. Pamuklu Kumaşların Çözgü Yönü Kopma Uzaması Model Grafiği

Şekil 6.21'den görüldüğü gibi; A2 ve A3 apre maddeleri için apre yönteminin kopma uzamasına etkisi benzerdir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin kopma uzamasına etkisinin iyiden kötüye sıralaması çekirme > 20 g/l emdirme > 40 g/l

emdirme şeklindedir. A1 apre maddesi için ise 40 g/l emdirme yöntemi çektirme yönteminden daha iyi kopma uzaması değerleri vermiştir.

Apres maddesinin kopma uzamasına etkisine incelendiğinde; A3 apre maddesinin genel olarak kopma uzamasına etkisinin en iyi olduğu görülmektedir.

Pamuklu kumaşların atkı yönü kopma uzaması model grafiği Şekil 6.22’de görülmektedir.



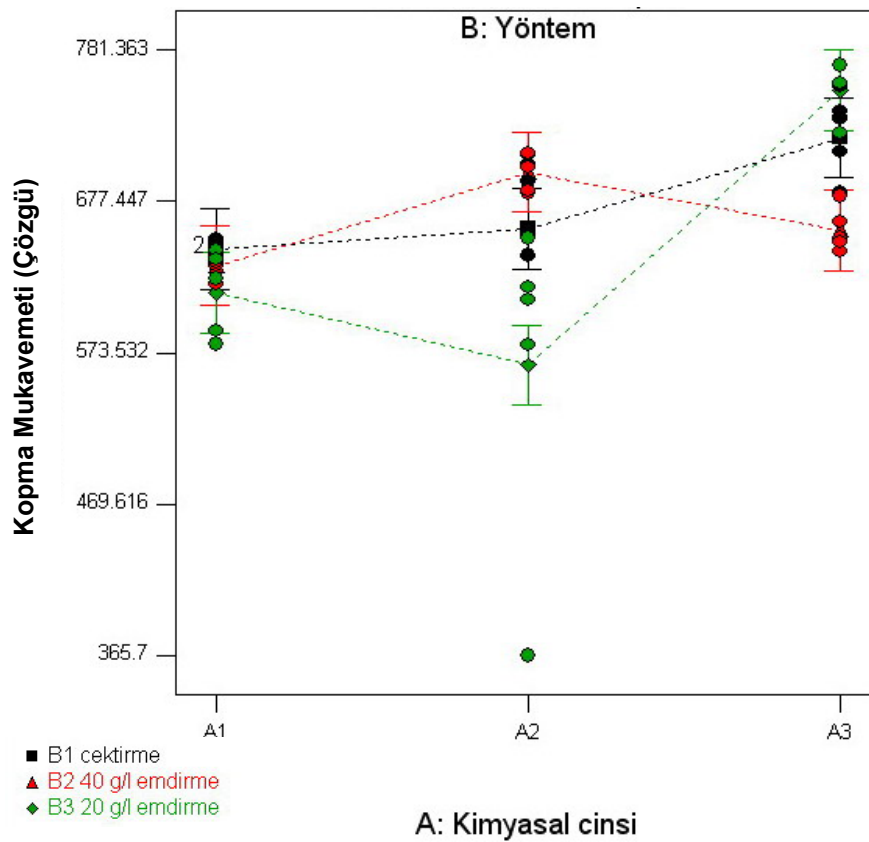
Şekil 6.22. Pamuklu Kumaşların Atkı Yönü Kopma Uzaması Model Grafiği

Şekil 6.22 incelendiğinde; çözgü yönünde olduğu gibi atkı yönünde de A2 ve A3 apre maddeleri için apre yönteminin kopma uzamasına etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin kopma uzamasına etkisinin iyiden kötüye sıralaması çektirme > 40 g/l emdirme > 20 g/l emdirme şeklindedir. A1 apre maddesi için ise 20 g/l emdirme yöntemi 40g/l emdirme yönteminden daha iyi kopma uzaması değerleri vermiştir.

Apres maddesinin kopma uzamasına etkisine incelendiğinde; A3 apres maddesinin genel olarak kopma uzamasına etkisinin en iyi olduğu görülmektedir.

6.12.1.2. PES/VİS Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme

PES/VİS kumaşların çözgü yönü kopma mukavemeti model grafiği Şekil 6.23’de görülmektedir.



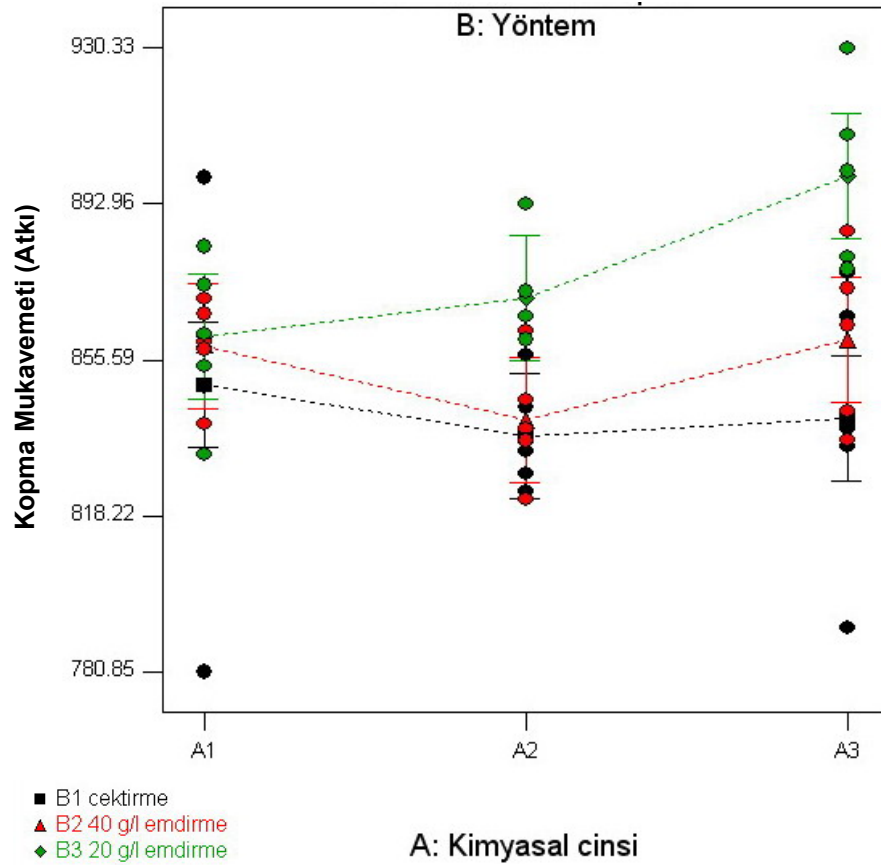
Şekil 6.23. PES/VİS Kumaşların Çözgü Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.23’den görüldüğü gibi; A1 ve A3 apres maddeleri için apres yönteminin değişmesiyle kopma mukavemeti değerinde önemli bir artış görülmemektedir, yani apres yönteminin kopma mukavemetine önemli derecede bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir. A2 apres maddesi için ise apres yöntemlerinin kopma mukavemetine

etkisinin iyiden kötüye sıralaması, çektirme > 40 g/l emdirme >20 g/l emdirme şeklindedir.

Apré maddesinin kopma mukavemetine etkisi incelendiğinde; apré maddesi cinsinin kopma mukavemetine etkisinin apré yöntemine göre değiştiği gözlenmiştir. En yüksek kopma mukavemeti değeri, A3 apré maddesi ve 20 g/l emdirme yöntemiyle elde edilen numunelerde gözlenmiştir.

PES/VİS kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti model grafiği Şekil 6.24’de görülmektedir.



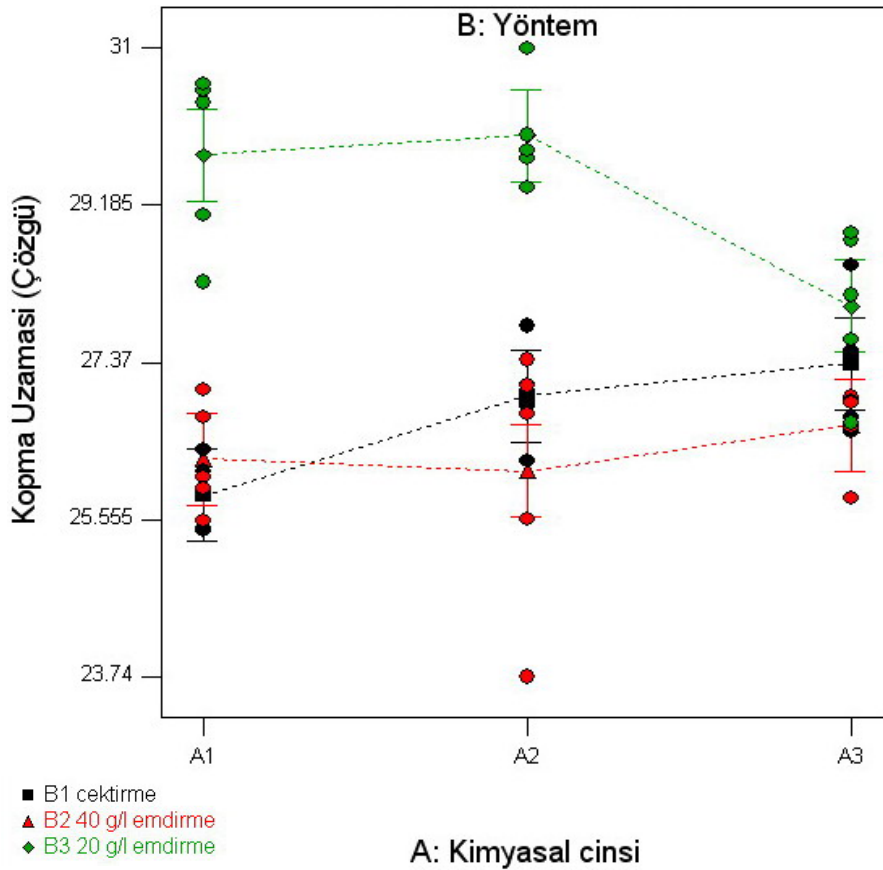
Şekil 6.24. PES/VİS Kumaşların Atkı Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.24 incelendiğinde; atkı yönünde A1 ve A2 apré maddeleri için apré yönteminin kopma uzamasına önemli derecede bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir. A3 apré maddesi için ise apré yöntemlerinin kopma mukavemetine

etkisinin iyiden kötüye sıralaması çözgü yönünün tersine, 20 g/l emdirme > 40 g/l emdirme > çektirme şeklindedir.

Apres maddesinin kopma mukavemetine etkisi incelendiğinde; apres maddesi cinsinin kopma mukavemetine etkisinin apres yöntemine göre değiştiği gözlenmiştir. Genel olarak A3 apres maddesinin kopma mukavemetine etkisinin daha iyi olduğu gözlenmiştir.

PES/VİS kumaşların çözgü yönü kopma uzaması model grafiği Şekil 6.25’de görülmektedir.

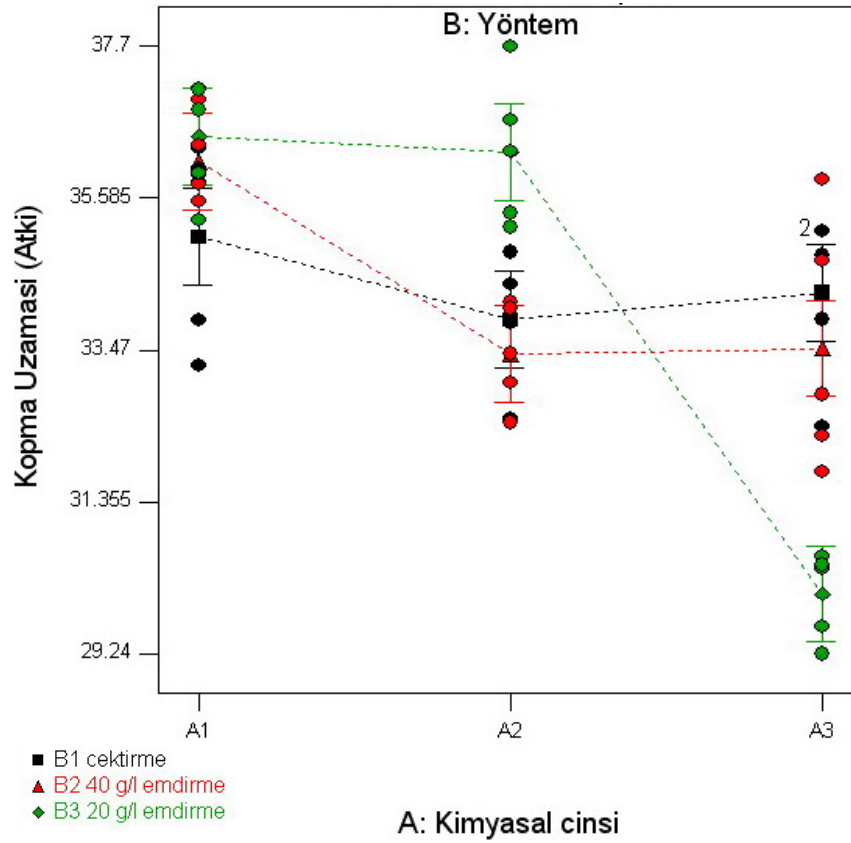


Şekil 6.25. PES/VİS Kumaşların Çözgü Yönü Kopma Uzaması Model Grafiği

Şekil 6.25’den görüldüğü gibi; 40 g/l emdirme ve çektirme yöntemleri tüm apres maddesi cinslerinde hemen hemen aynı uzama değerleri vermiştir. 20 g/l emdirme yöntemi bütün apres maddelerinde en iyi uzama sonucunu vermiştir.

Apres maddesinin kopma mukavemetine etkisi incelendiğinde; A1 ve A2 apres maddesinin kopma uzamasına etkisinin birbiriyle aynı ve A3'ten kısmen daha iyi olduğu gözlenmiştir.

PES/VİS kumaşların atkı yönü kopma uzaması model grafiği Şekil 6.26'da görülmektedir.



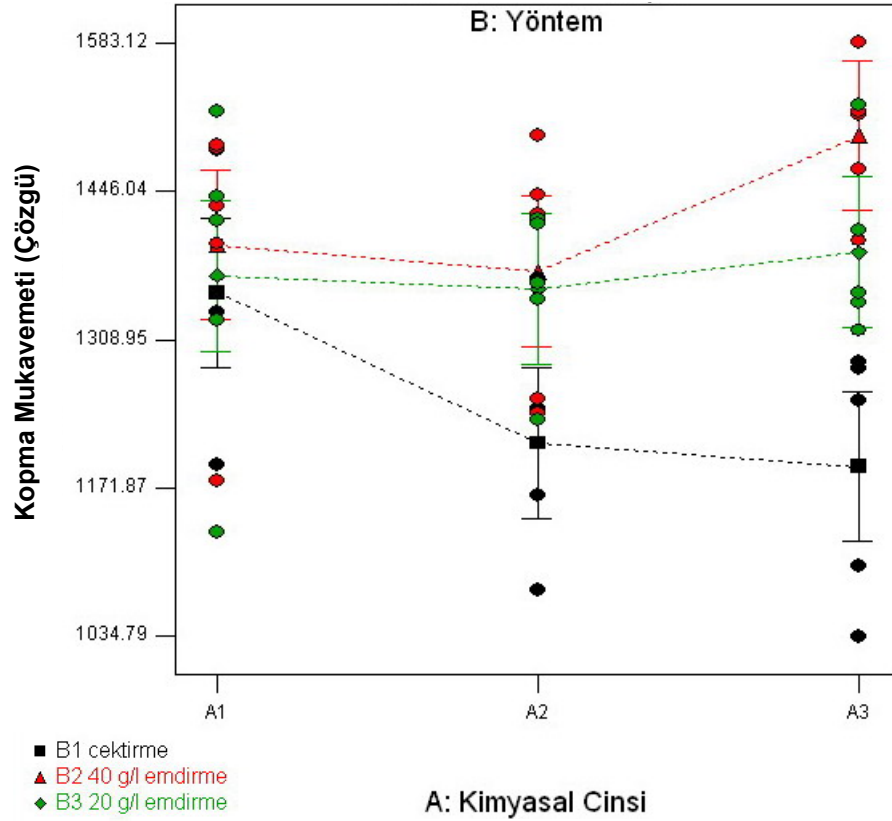
Şekil 6.26. PES/VİS Kumaşların Atkı Yönü Kopma Uzaması Model Grafiği

Şekil 6.26'da görüldüğü gibi A1 ve A2 apres maddesinde apres yöntemlerinin kopma uzamasına önemli bir etkisi gözlenmezken A3 apres maddesinde apres yöntemlerinin kopma uzamasına etkisinin daha fazla olduğu görülmüştür.

Apres maddesinin kopma mukavemetine etkisi incelendiğinde; A1 apres maddesinin kopma mukavemetine etkisinin diğerlerinden kısmen daha iyi olduğu gözlenmiştir.

6.12.1.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme

PES/VİS/EA kumaşların çözgü yönü kopma mukavemeti model grafiği Şekil 6.27’de görülmektedir.

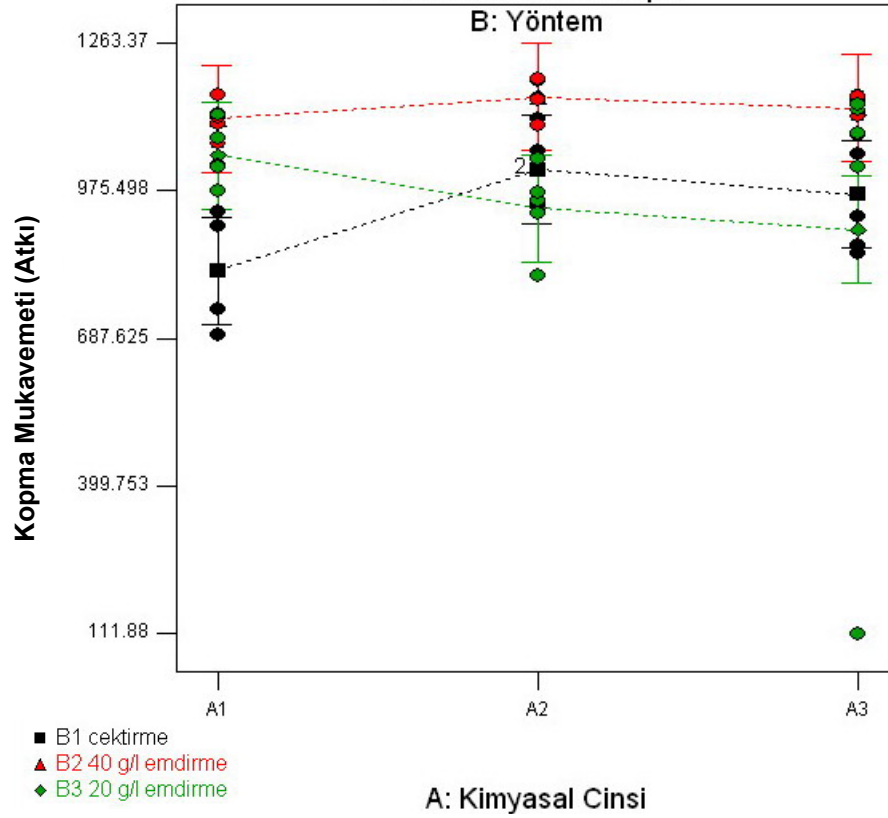


Şekil 6.27. PES/VİS/EA Kumaşların Çözgü Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.27’den görüldüğü gibi tüm apre maddesi cinslerinde apre yönteminin kopma mukavemetine etkisinin iyiden kötüye sıralaması; 40 g/l emdirme > 20 g/l emdirme > çekirme şeklindedir. Çekirme yöntemi en düşük kopma mukavemeti değerlerini vermektedir.

Apre maddesinin kopma mukavemetine etkisine bakıldığında, çekirme yöntemi hariç diğer yöntemlerde A3 apre maddesinin kopma mukavemetine etkisi daha iyidir.

PES/VİS/EA kumaşların atkı yönü kopma mukavemeti model grafiği Şekil 6.28’de görülmektedir.

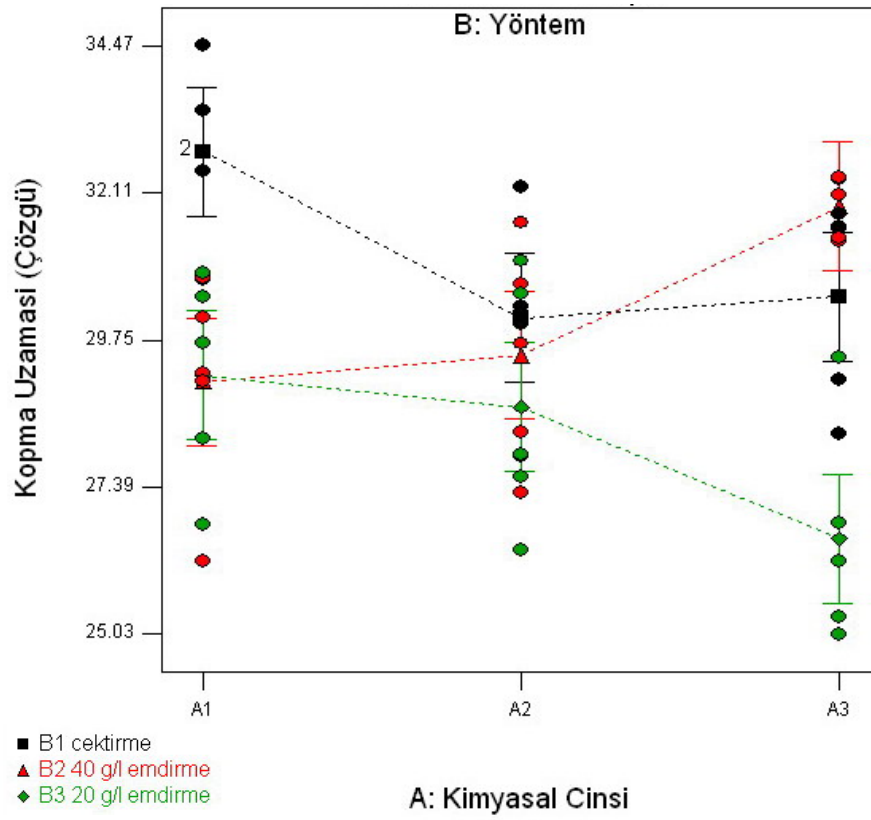


Şekil 6.28. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Kopma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.28’de görüldüğü gibi atkı yönünde A2 ve A3 apre maddeleri için apre yönteminin kopma mukavemetine etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin kopma mukavemetine etkisinin iyiden kötüye sıralaması 40 g/l emdirme > çektirme > 20 g/l emdirme şeklindedir. A1 apre maddesi için ise 20 g/l emdirme yöntemi çektirme yönteminden daha iyi kopma mukavemeti değerleri vermiştir.

Apre maddesinin atkı yönünde kopma mukavemetine etkisinin önemli derecede olmadığı gözlenmektedir.

PES/VİS/EA kumaşların çözgü yönü kopma uzaması model grafiği Şekil 6.29’da görülmektedir.

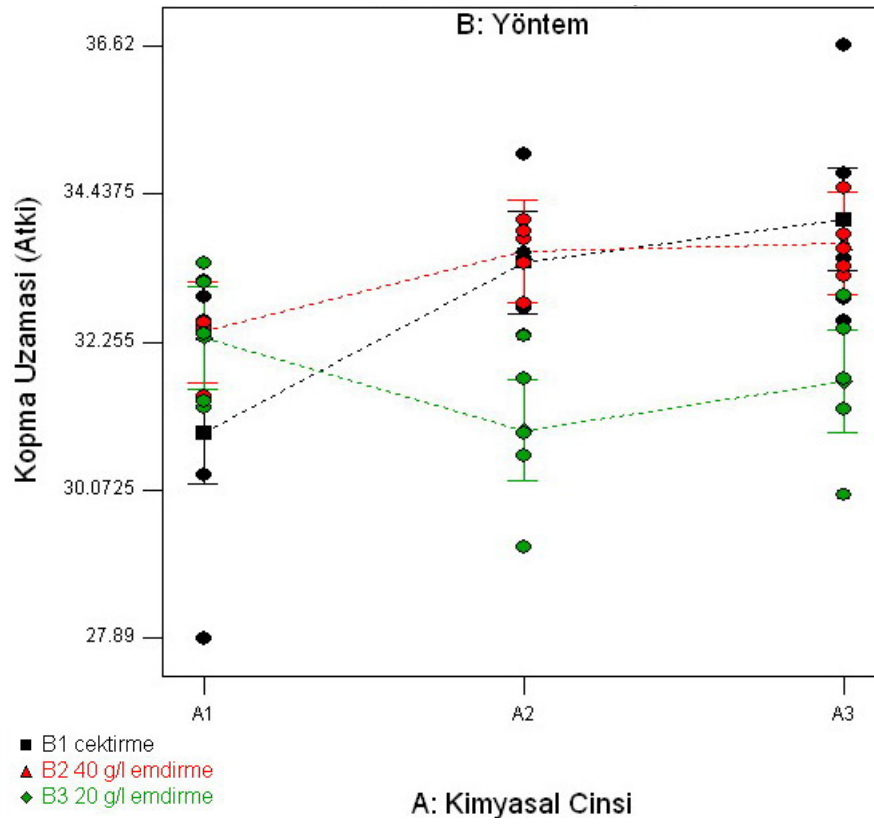


Şekil 6.29. PES/VİS/EA Kumaşların Çözgü Yönü Kopma Uzaması Model Grafiği

Şekil 6.29’da görüldüğü gibi çözgü yönünde apre yönteminin kopma uzamasına etkisinin iyiden kötüye sıralaması genel olarak, çekirme > 40 g/l emdirme > 20 g/l emdirme şeklindedir.

Apre maddesinin kopma uzamasına etkisi incelendiğinde, genel olarak iyiden kötüye sıralama $A1 > A2 > A3$ şeklinde olduğu gözlenmektedir.

PES/VİS/EA kumaşların atkı yönü kopma uzaması model grafiği Şekil 6.30’da görülmektedir.



Şekil 6.30. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Kopma Uzaması Model Grafiği

Şekil 6.30'da görüldüğü gibi atkı yönünde A2 ve A3 apre maddeleri için apre yönteminin kopma uzamasına etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin kopma uzamasına etkisinin iyiden kötüye sıralaması 40 g/l emdirme = çekirme > 20 g/l emdirme şeklindedir. A1 apre maddesi için ise 40 g/l emdirme = 20 g/l emdirme > çekirme yöntemi şeklindedir.

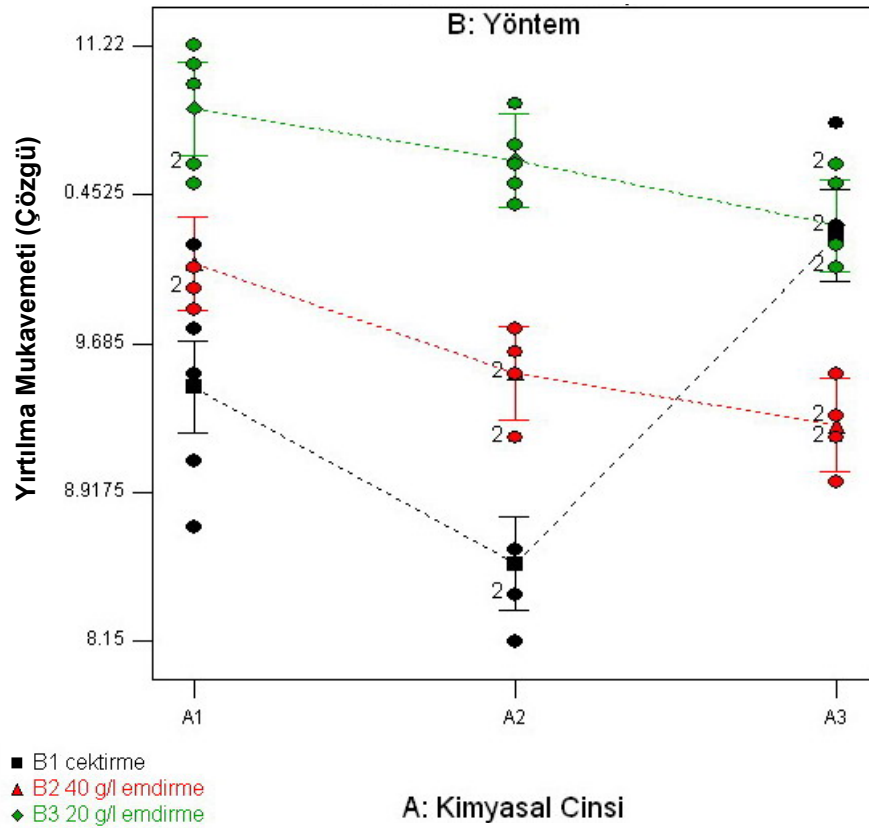
Apre maddesinin kopma uzamasına etkisine bakıldığında, $A1 > A2 > A3$ şeklinde bir eğilim gözlenmektedir.

6.12.2. Yırtılma Mukavemeti Testi

Çalışmada farklı apre kimyasalları ve farklı apre yöntemleri ile elde edilen kumaş numunelerine uygulanan Yırtılma Mukavemeti Test sonuçlarının varyans analizi yapılmıştır. Sonucunda, Antibakteriyel Apresi proses parametrelerinin çalışmada kullanılan tüm kumaş tipleri için yırtılma mukavemeti üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

6.12.2.1. Pamuklu Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme

Pamuklu kumaşların çözgü yönü yırtılma mukavemeti model grafiği Şekil 6.31’de görülmektedir.

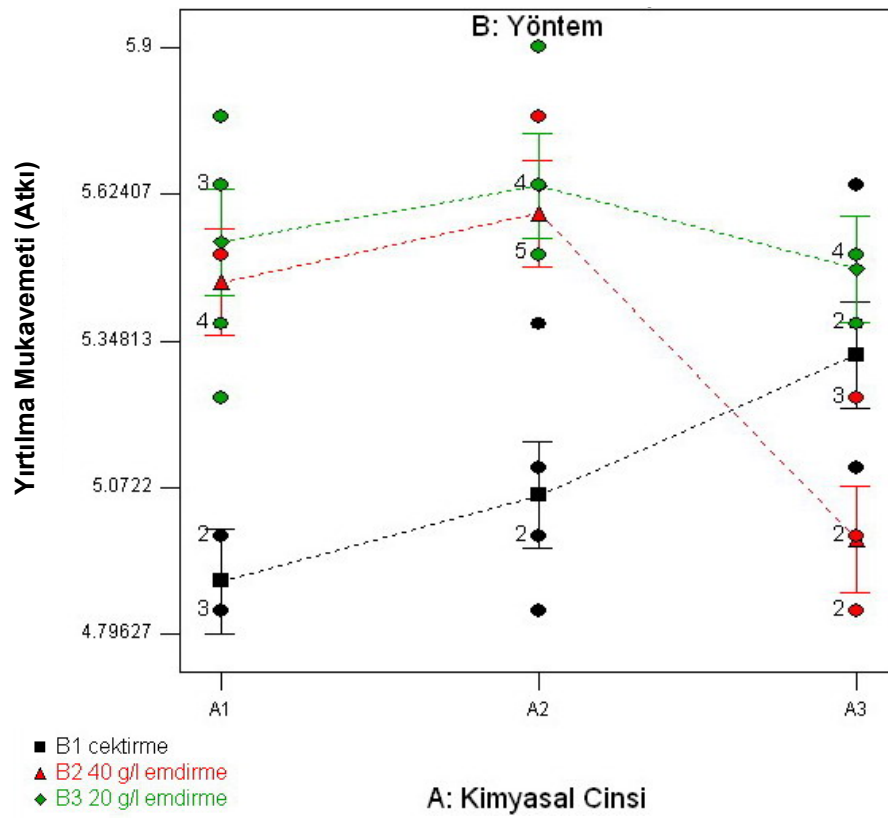


Şekil 6.31. Pamuklu Kumaşların Çözgü Yönü Yırtılma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.31’de görüldüğü gibi çözgü yönünde A1 ve A2 apre maddeleri için apre yönteminin yırtılma mukavemetine etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin yırtılma mukavemetine etkisinin iyiden kötüye sıralaması; 20 g/l emdirme > 40 g/l emdirme > çekirme şeklindedir. A3 apre maddesi için ise 40 g/l emdirme yöntemi diğer yöntemlerden daha kötü yırtılma mukavemeti değerleri vermiştir.

A1 apre maddesinin yırtılma mukavemetine etkisinin en iyi olduğu gözlenmektedir.

Pamuklu kumaşların atkı yönü yırtılma mukavemeti model grafiği Şekil 6.32’de görülmektedir.



Şekil 6.32. Pamuklu Kumaşların Atkı Yönü Yırtılma Mukavemeti Model Grafiği

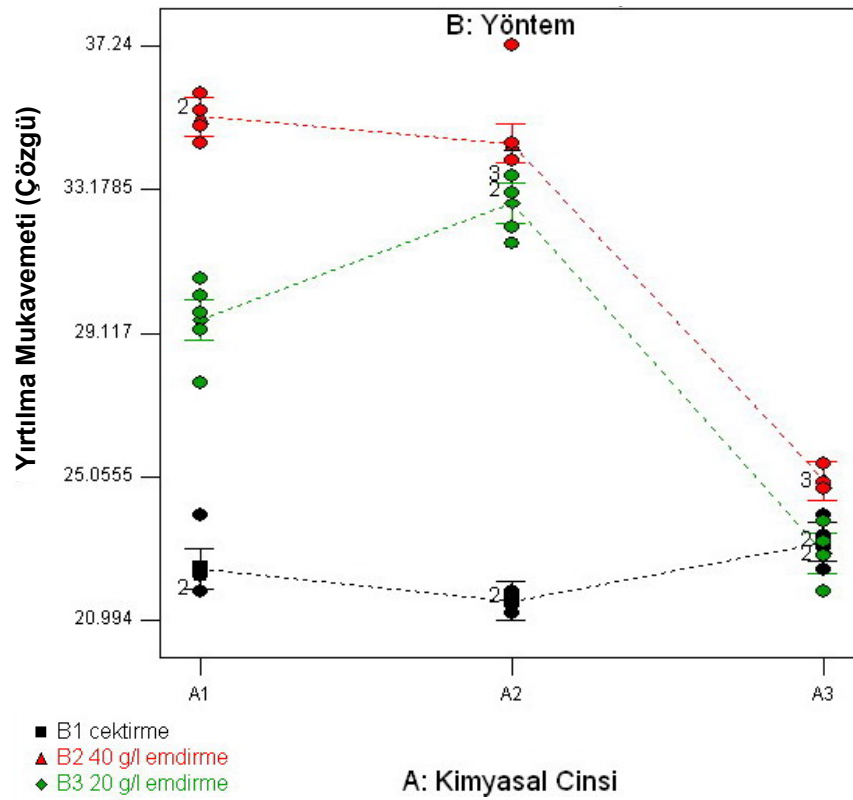
Şekil 6.32’e göre, çözgü yönünde olduğu gibi atkı yönünde de A1 ve A2 apre maddeleri için apre yönteminin yırtılma mukavemetine etkisinin benzer şekilde

olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin yırtılma mukavemetine etkisinin iyiden kötüye sıralaması; 20 g/l emdirme > 40 g/l emdirme > çektirme şeklindedir. A3 apre maddesi için ise 40 g/l emdirme yöntemi diğer yöntemlerden daha kötü yırtılma mukavemeti değerleri vermiştir.

A2 apre maddesinin yırtılma mukavemetine etkisinin en iyi olduğu gözlenmektedir.

6.12.2.2. PES/VİS Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme

PES/VİS kumaşların çözgü yönü yırtılma mukavemeti model grafiği Şekil 6.33'de görülmektedir.

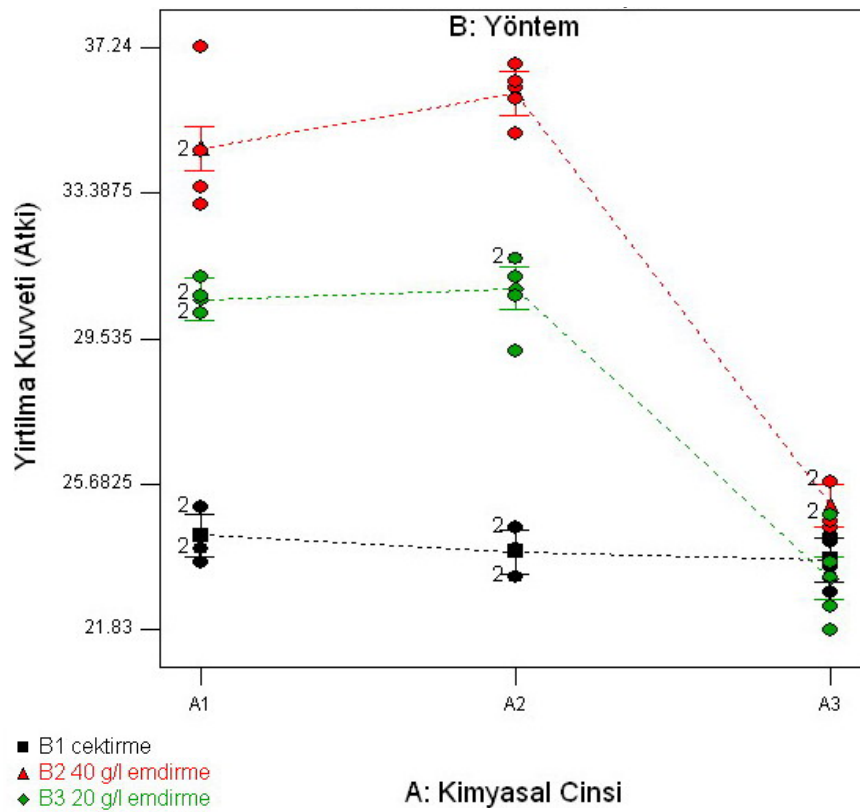


Şekil 6.33. PES/VİS Kumaşların Çözgü Yönü Yırtılma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.33'e göre, çözgü yönünde A1 ve A2 apre maddeleri için apre yönteminin yırtılma mukavemetine etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin yırtılma mukavemetine etkisinin iyiden kötüye sıralaması; 40 g/l emdirme > 20 g/l emdirme > çektirme şeklindedir. A3 apre maddesi için ise apre yönteminin yırtılma mukavemeti üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir.

A1 apre maddesinin yırtılma mukavemetine etkisinin birbirine benzer ve A3'ten iyi olduğu gözlenmektedir.

PES/VİS kumaşların atkı yönü yırtılma mukavemeti model grafiği Şekil 6.34'de görülmektedir.



Şekil 6.34. PES/VİS Kumaşların Atkı Yönü Yırtılma Mukavemeti Model Grafiği

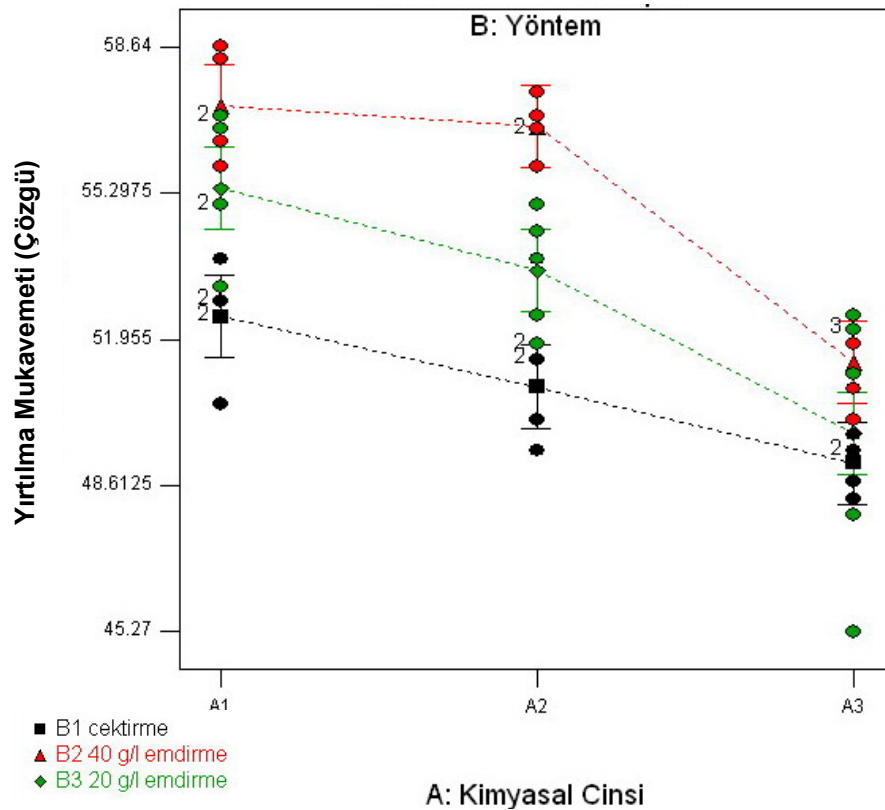
Şekil 6.34'e göre, çözgü yönünde olduğu gibi atkı yönünde de A1 ve A2 apre maddeleri için apre yönteminin yırtılma mukavemetine etkisinin benzer şekilde

olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin yırtılma mukavemetine etkisinin iyiden kötüye sıralaması; 40 g/l emdirme > 20 g/l emdirme > çektirme şeklindedir. A3 apre maddesi için ise yine çözgü yönünde olduğu gibi apre yönteminin yırtılma mukavemeti üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir.

A1 ve A2 apre maddesinin yırtılma mukavemetine etkisinin aynı ve A3'ten iyi olduğu gözlenmektedir.

6.12.2.3. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme

PES/VİS/EA kumaşların çözgü yönü yırtılma mukavemeti model grafiği Şekil 6.35'de görülmektedir.

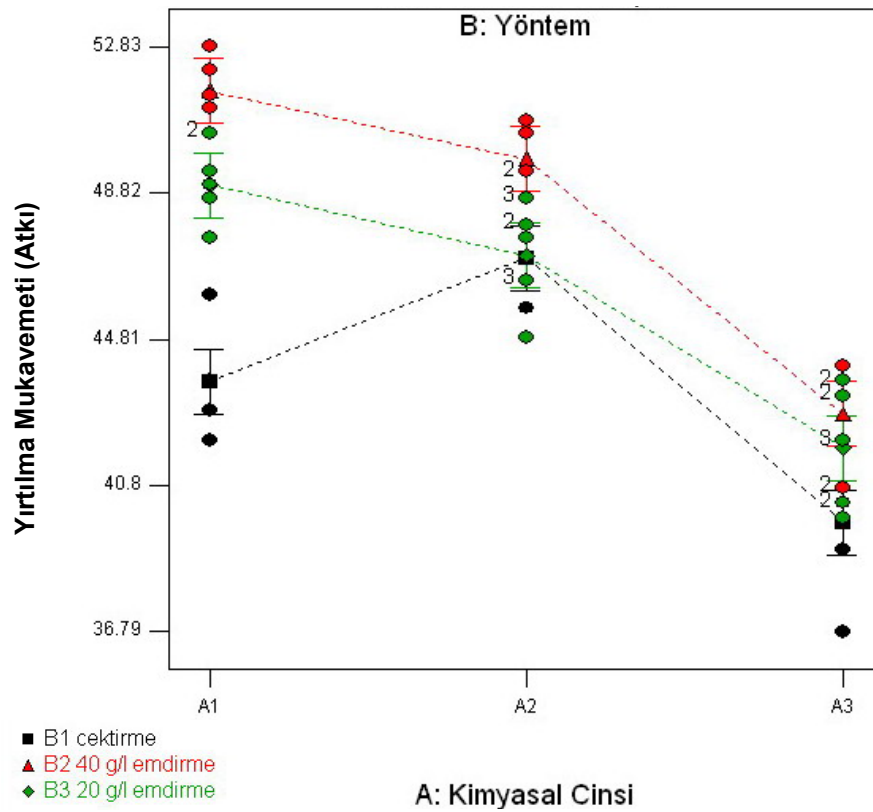


Şekil 6.35. PES/VİS/EA Kumaşların Çözgü Yönü Yırtılma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.35'e göre, PES/VİS kumaşın atkı ve çözgü yönünde olduğu gibi PES/VİS/EA kumaşın çözgü yönünde de A1 ve A2 apre maddeleri için apre yönteminin yırtılma mukavemetine etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin yırtılma mukavemetine etkisinin iyiden kötüye sıralaması; 40 g/l emdirme > 20 g/l emdirme > çektirme şeklindedir. A3 apre maddesi için ise PES/VİS kumaşta olduğu gibi apre yönteminin yırtılma mukavemeti üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir.

A1 apre maddesinin yırtılma mukavemetine etkisinin diğer apre maddelerinden daha iyi olduğu gözlenmektedir.

PES/VİS/EA kumaşların atkı yönü yırtılma mukavemeti model grafiği Şekil 6.36'da görülmektedir.



Şekil 6.36. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Yırtılma Mukavemeti Model Grafiği

Şekil 6.36'ya göre, atkı yönünde A2 ve A3 apre maddeleri için apre yönteminin yırtılma mukavemetine etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yönteminin yırtılma mukavemeti üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir. Fakat genel olarak apre yönteminin yırtılma mukavemeti üzerindeki etkisinin iyiden kötüye sıralaması; 40 g/l emdirme > 20 g/l emdirme > çekirme şeklindedir.

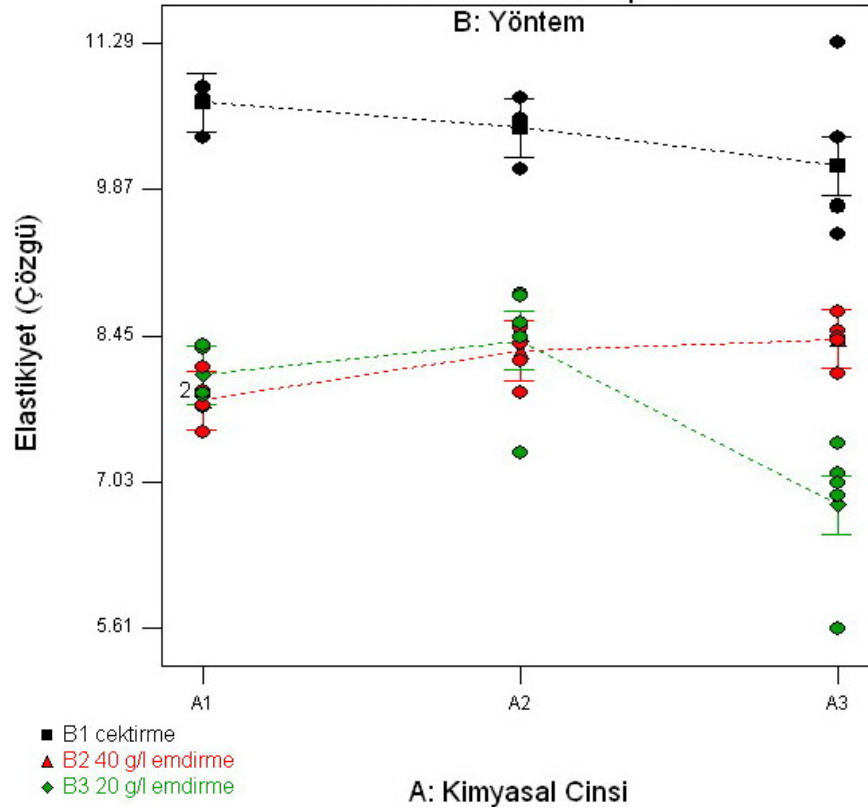
A1 apre maddesinin yırtılma mukavemetine etkisinin diğer apre maddelerinden daha iyi olduğu gözlenmektedir.

6.12.3. Elastikiyet Testi

Çalışmada farklı apre kimyasalları ve farklı apre yöntemleri ile elde edilen kumaş numunelerine uygulanan Elastikiyet Test sonuçlarının varyans analizi yapılmıştır. Sonucunda, Antibakteriyel Apresi proses parametrelerinin çalışmada kullanılan tüm kumaş tipleri için elastikiyet üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

6.12.3.1. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme

PES/VİS/EA kumaşların çözgü yönü elastikiyet model grafiği Şekil 6.37'de görülmektedir.

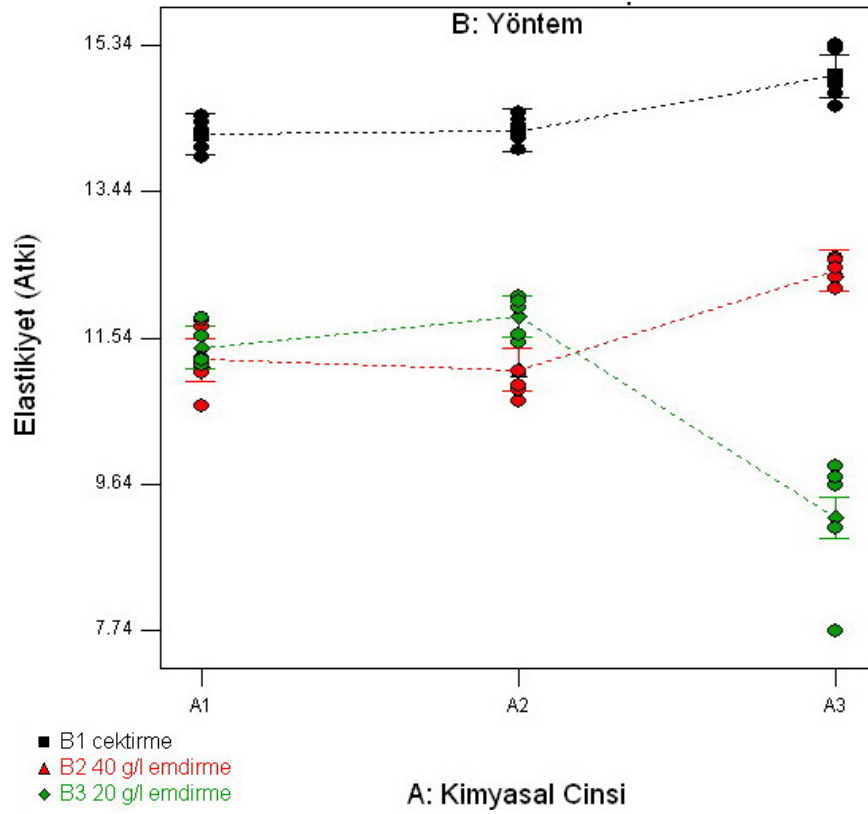


Şekil 6.37. PES/VİS/EA Kumaşların Çözümlü Yönü Elastikiyet Model Grafiği

Şekil 6.37'ye göre, çözgü yönünde A1 ve A2 apre maddeleri için apre yönteminin elastikiyete etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin elastikiyete etkisinin iyiden kötüye sıralaması; çekirme > 20 g/l emdirme = 40 g/l emdirme şeklindedir. Tüm apre maddeleri için en iyi elastikiyet değerlerini veren yöntem çekirme yöntemidir.

Apres maddesinin elastikiyete önemli derecede bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir.

PES/VİS/EA kumaşların atkı yönü elastikiyet model grafiği Şekil 6.38'de görülmektedir.



Şekil 6.38. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Elastikiyet Model Grafiği

Şekil 6.38'e göre, atkı yönünde A1 ve A2 apre maddeleri için apre yönteminin elastikiyete etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her ikisi için de apre yöntemlerinin elastikiyete etkisinin iyiden kötüye sıralaması; çekirme > 20 g/l emdirme = 40 g/l emdirme şeklindedir. Tüm apre maddeleri için en iyi elastikiyet değerlerini veren yöntem çekirme yöntemidir.

Apre maddesinin elastikiyete önemli derecede bir etkisinin olmadığı gözlenmektedir.

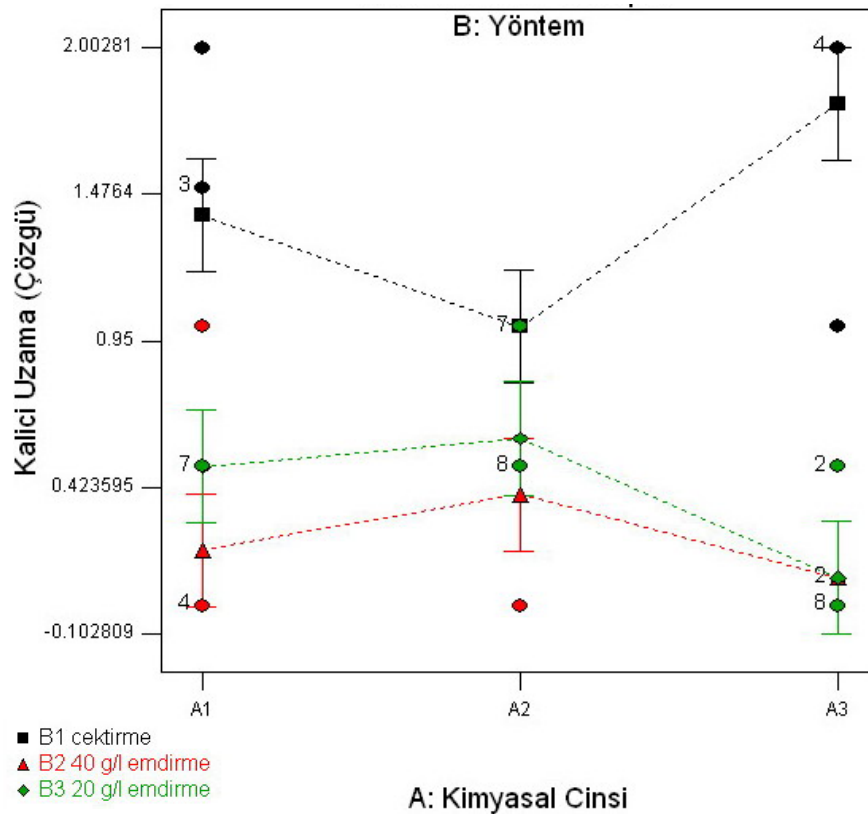
6.12.4. Kalıcı Uzama Testi

Çalışmada farklı apre kimyasalları ve farklı apre yöntemleri ile elde edilen kumaş numunelerine uygulanan Kalıcı Uzama Test sonuçlarının varyans analizi yapılmıştır. Sonucunda, Antibakteriyel Apresi proses parametrelerinin çalışmada

kullanılan tüm kumaş tipleri için kalıcı uzama üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmüştür.

6.12.4.1. PES/VİS/EA Kumaşlar İçin İstatistiksel Değerlendirme

PES/VİS/EA kumaşların çözgü yönü kalıcı uzama model grafiği Şekil 6.39'da görülmektedir.

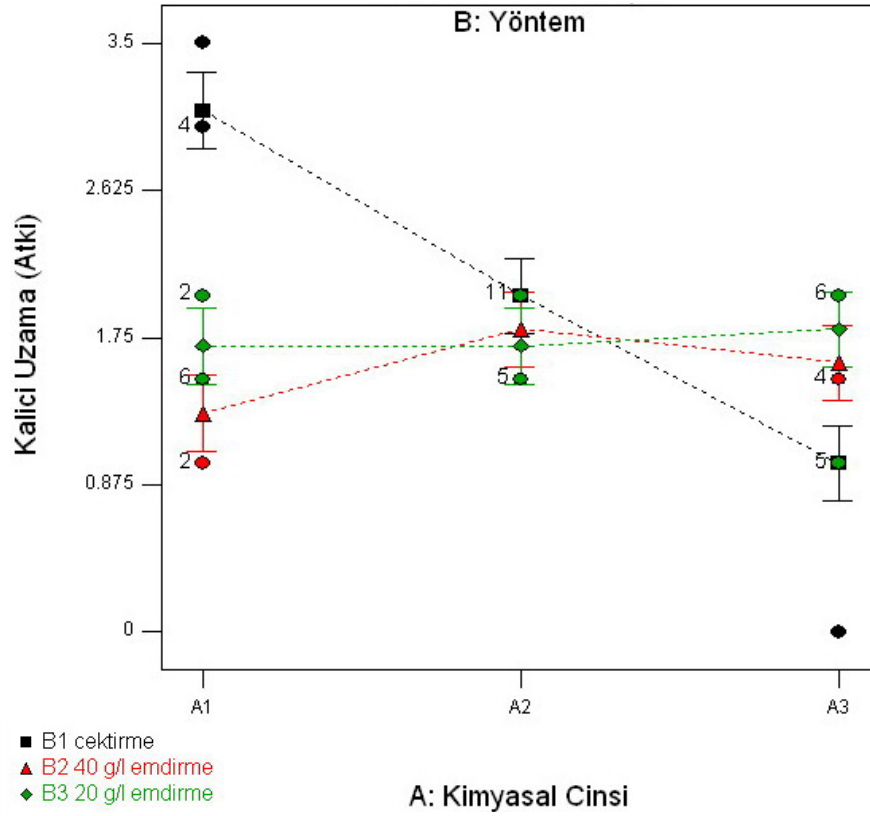


Şekil 6.39. PES/VİS/EA Kumaşların Çözgü Yönü Kalıcı Uzama Model Grafiği

Şekil 6.39'a göre, çözgü yönünde tüm apre maddeleri için apre yönteminin kalıcı uzamaya etkisinin benzer şekilde olduğu gözlenmektedir. Her üçü için de apre yöntemlerinin kalıcı uzamaya etkisinin iyiden kötüye sıralaması; çekirme > 20 g/l emdirme > 40 g/l emdirme şeklindedir. Tüm apre maddeleri için en iyi kalıcı uzama değerlerini veren yöntem çekirme yöntemidir.

Apres maddesinin kalıcı uzamaya etkisi $A1 = A3 > A2$ şeklindedir.

PES/VİS/EA kumaşların atkı yönü kalıcı uzama model grafiği Şekil 6.40'da görülmektedir.



Şekil 6.40. PES/VİS/EA Kumaşların Atkı Yönü Kalıcı Uzama Model Grafiği

Şekil 6.40'a göre, atkı yönünde olduğu gibi çözgü yönünde A1 apres maddesi için de apres yönteminin kalıcı uzamaya etkisinin iyiden kötüye sıralaması; çektirme > 20 g/l emdirme > 40 g/l emdirme şeklindedir. Diğer apres maddelerinin kalıcı uzamaya etkisinin çok önemli derecede olmadığı gözlenmektedir.

A1 apres maddesinin, kalıcı uzamaya etkisinin en iyi olduğu gözlenmektedir.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında çeşitli yöntemlerle (lifin özelliğinden dolayı, bitim işlemleri ile, elektronik aksamaların eklenmesiyle) elde edilen akıllı tekstillere değinildikten sonra antibakteriyel kumaşların üretilmesi ve antibakteriyel apre proses parametrelerinin kumaşın bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Araştırmada pamuklu, PES/VİS ve PES/VİS/EA olmak üzere 3 farklı tip kumaş incelenmiştir. Bütün kumaş numuneleri piyasada mevcut olan 3 farklı cins antibakteriyel apre maddesi ile muamele edilmiştir. Apre işlemi emdirme ve çektirme olmak üzere iki yöntemle ve emdirmede 40 ve 20 g/l olmak üzere iki apre derişiminde gerçekleştirilmiştir.

Apre işlemleri ile elde edilen numunelere antibakteriyel test, kopma mukavemeti, yırtılma mukavemeti, Martindale pilling, buruşma açısı, elastikiyet ve kalıcı uzama (sadece PES/VİS/EA kumaşlar için) ve haslık testleri (yıkama, sürtme, su, ter) uygulanmıştır.

Test sonuçları bazı testlerde grafiklerle, bazı testlerde istatistiksel analiz ile yorumlanmış ve değerlendirilmiştir. Böylece apre proses parametrelerinin kumaş özellikleri üzerindeki etkilerinin anlamlı olup olmadığı araştırılmıştır.

Çalışma sonunda, 3 farklı kumaş tipinde, antibakteriyel özellik kazandırmada kullanılan hangi apre maddesi, apre yöntemi ve apre derişiminin kumaşın hangi özelliğine ne şekilde etki gösterdiği belirlenmeye çalışılmış, belirli bir özellikteki kumaş üretimi için hangi proses parametrelerinin ve apre maddesinin daha uygun olabileceği araştırılmıştır.

İstatistiksel analize uygun olan verileri içeren testlerde proses parametrelerinin ve birbirleriyle etkileşimlerinin kumaş özellikleri üzerindeki etkilerinin anlamlılığı araştırılmıştır. Analiz sonucu kopma mukavemeti ve uzaması, yırtılma mukavemeti, elastikiyet ve kalıcı uzama testlerinden elde edilen sonuçların istatistiksel olarak da anlamlı olduğu ortaya konmuştur.

7.1. Pamuklu Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler

Antibakteriyel aprede proses parametrelerinin pamuklu kumaşın özelliklerine etkisinin bir özeti Çizelge 7.1.'de verilmektedir.

Çizelge 7.1. Pamuklu Kumaşta Antibakteriyel Apresi Yapılmış Numunelerin Referansa Göre Kumaş Özelliklerindeki Değişimi

Değerlendirilmesi Yapılan Test Parametresi		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
Antibakteriyel		+	+	+	+	+	+	0	+	0
Kopma Mukavemeti	Ç	+	-	-	-	0	+	-	0	+
	A	+	+	0	+	+	-	+	+	+
Kopma Uzaması	Ç	0	-	+	+	-	-	+	-	0
	A	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Yırtılma Mukavemeti	Ç	-	-	+	-	-	0	-	-	-
	A	-	+	+	-	+	+	0	-	+
Martindale Pilling		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buruşma Açısı		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yıkama Haslığı		-	0	0	0	0	0	-	0	0
Sürtme Haslığı	K	+	+	+	+	+	+	+	0	+
	Y	0	0	-	0	0	-	0	-	0
Su Haslığı		-	0	-	-	0	-	-	0	-
Ter Haslığı		-	0	-	-	0	-	-	0	-

Antibakteriyel proses parametrelerinin pamuklu kumaşta en az etkilediği özelliklerinin; pillinglenme ve yıkama haslığı olduğu belirlenmiştir.

Antibakteriyel proses parametrelerinin pamuklu kumaşta negatif etkilediği özellikler; kopma uzaması, yırtılma mukavemeti, buruşma özellikleri, su ve ter haslığı olarak belirlenmiştir. Pozitif olarak en çok etkilenen özellikler ise kuru sürtme haslığı ve atkı yönünde kopma mukavemeti olarak söylenebilmektedir.

Sonuç olarak, kumaşın fiziksel özellikleri önemli ise; P3, P7 ve P9 numuneleri uygun gözükmemektedir. Haslık özelliklerinin önemli olduğu durumda ise P2, P5 ve P8 numunelerinin daha uygun olduğu gözlenmektedir.

7.2. PES/VİS Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler

Antibakteriyel aprede proses parametrelerinin PES/VİS kumaşın özelliklerine etkisinin bir özeti Çizelge 7.2.'de verilmektedir

Çizelge 7.2. PES/VİS Kumaşta Antibakteriyel Apresi Yapılmış Numunelerin Referansa Göre Kumaş Özelliklerindeki Değişimi

Değerlendirilmesi Yapılan Test Parametresi		PV1	PV2	PV3	PV4	PV5	PV6	PV7	PV8	PV9
Antibakteriyel		+	+	+	+	+	+	0	0	0
Kopma Mukavemeti	Ç	-	0	0	-	+	+	+	+	+
	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kopma Uzaması	Ç	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	A	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Yırtılma Mukavemeti	Ç	0	+	+	-	+	+	+	+	+
	A	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Martindale Pilling		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buruşma Açısı		+	+	+	+	+	+	+	+	+
Yıkama Haslığı		-	-	-	-	-	0	-	-	0
Sürtme Haslığı	K	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	Y	0	0	0	-	-	-	0	0	0
Su Haslığı		-	-	-	-	-	-	0	0	0
Ter Haslığı		-	-	-	-	-	-	-	-	-

Antibakteriyel proses parametrelerinin PES/VİS kumaşta en az etkilediği özelliklerin; pillinglenme ve yaş sürtme haslığı olduğu belirlenmiştir.

Antibakteriyel proses parametrelerinin PES/VİS kumaşta negatif etkilediği özellikler; yıkama, su, ter ve kuru sürtme haslıklarıdır. Pozitif olarak en çok etkilenen özellikler ise kopma, yırtılma mukavemetleri ve buruşmazlık özellikleri olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, çalışmada kullanılan kumaş tipindeki bir kumaşta fiziksel özellikler önemli ise; genellikle tüm numunelerin uygun olduğu görülmektedir.

Haslık özelliklerinin önemli olduğu durumda ise PV7, PV8 ve PV9 numunelerinin daha uygun olduğu gözlenmektedir.

7.3. PES/VİS/EA Kumaş İçin Sonuç ve Öneriler

Antibakteriyel aprede proses parametrelerinin PES/VİS/EA kumaşın özelliklerine etkisinin bir özeti Çizelge 7.3.'te verilmektedir

Çizelge 7.3. PES/VİS/EA Kumaşta Antibakteriyel Apresi Yapılmış Numunelerin Referansa Göre Kumaş Özelliklerindeki Değişimi

Değerlendirilmesi Yapılan Test Parametresi		PVE1	PVE2	PVE3	PVE4	PVE5	PVE6	PVE7	PVE8	PVE9
Antibakteriyel		+	+	+	+	+	+	0	+	0
Kopma Mukavemeti	Ç	-	0	-	-	-	-	-	+	0
	A	-	+	-	-	+	-	-	+	0
Kopma Uzaması	Ç	+	-	-	0	-	-	0	+	-
	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Yırtılma Mukavemeti	Ç	-	+	+	-	+	0	-	-	-
	A	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Martindale Pilling		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Buruşma Açısı		+	0	0	+	0	0	+	+	+
Elastikiyet	Ç	+	0	0	+	+	+	+	+	-
	A	+	-	-	+	-	-	+	-	-
Kalıcı Uzama	Ç	-	+	+	0	+	+	-	+	+
	A	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Yıkama Haslığı		0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sürtme Haslığı	K	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Y	0	+	+	0	+	+	0	+	+
Su Haslığı		-	0	0	-	0	0	-	-	-
Ter Haslığı		-	-	-	-	-	-	-	0	-

Antibakteriyel proses parametrelerinin PES/VİS/EA kumaşta en az etkilediği özelliklerin; pillingenme, yıkama haslığı ve kuru sürtme haslığı olduğu belirlenmiştir.

Antibakteriyel proses parametrelerinin PES/VİS/EA kumaşta negatif etkilediği özellikler; kopma mukavemeti ve uzaması, atkı yönünde elastikiyet, ter ve su haslıklarıdır. Pozitif olarak etkilediği özellikler ise çözgü yönünde elastikiyet, kalıcı uzama ve yaş sürtme haslıklarıdır.

Sonuç olarak, çalışmada kullanılan kumaş tipindeki bir kumaşta fiziksel özellikler önemli ise; PVE2, PVE4, PVE5 ve PVE8'in uygun olduğu görülmektedir. Haslık özelliklerinin önemli olduğu durumda ise PVE2, PVE3, PVE5, PVE6 ve PVE8 numunelerinin daha uygun olduğu gözlenmektedir.

7.4. Antibakteriyel Apre İçin Öneriler

Çalışmada kullanılan her üç kumaş tipi için de antibakteriyel özellik açısından benzer sonuçlar çıkmıştır.

- En çok engellenen mikroorganizmalar; Escherichia coli, Klebsiella oxycota, Enterococcus amnigenus, Staphylococcus aureus bakterilerine ve Kluveromyces marxianus, Saccaromyces cerevisia mantarları olmuştur.
- A1 ve A2 apre maddesinde belirli oranlarda bazı bakterilere karşı inhibisyon etkisi gözlenirken A3 apre maddesi bu etkiyi göstermemiştir. Çünkü A3 apre maddesi migrasyona uğramayan bir apre maddesidir. A3 apre maddesinin tekstil mamulü tarafından alımı güç olmuştur. İyi bir antimikrobiyal etki isteniyorsa emdirmede 60 veya 80 g/l ile, çektirmede % 4, 6 veya daha üstü konsantrasyonlar denenmelidir.
- 40 g/l emdirme ile 20 g/l emdirme yöntemi arasında antibakteriyel aktivite açısından çok az bir fark gözlenmektedir. Hatta zaman zaman 20 g/l emdirmede daha yüksek inhibisyon alanı görülebilmektedir. Bu açıdan yüksek derişimde apre işlemi yerine düşük derişimde apre işlemi yapılarak yüksek derişime yakın antibakteriyel özellikler elde edilebilir. Böylece apre

maddesinden tasarruf edilebilir. Bununla birlikte derişimin kumaşın diğer özelliklerine olan etkisi de göz ardı edilmemelidir.

- Genellikle çalışma sonucunda elde edilen antibakteriyel numunelerin yıkamaya karşı dayanıklılıkları düşük çıkmıştır. Yıkamaya karşı dayanımı arttırmak için apre derişimi, apre süresi, fikse sıcaklığı veya süresi arttırılarak yeni denemeler yapılabilir.

7.5. Sonraki Çalışmalar

Konu ile ilgili yapılabilecek diğer çalışmalar aşağıdaki şekilde olabilir:

- Çalışma bu çalışmada kullanılanlardan farklı tip kumaşlara da uygulanabilir.
- Farklı kimyasal yapılı (çalışmada kullanılan quarterner amonyum tuzları ve triclosan esaslı bileşikler dışında) antibakteriyel apre maddeleri ile aynı çalışma yürütülebilir.
- Apre maddesi cinsi, apre yöntemi ve apre derişimi açısından elde edilen optimum sonuçlara göre maliyet kıyaslamaları yapılabilir.
- Antibakteriyel aprenin yıkamaya dayanıklılığını etkileyen parametreler belirlenerek dayanım süresini arttırmaya yönelik çalışmalar yapılabilir.
- Mevcut bulunan ticari antibakteriyel apre maddelerine alternatif yeni antibakteriyel maddelerin sentezlenmesi ve kumaşa optimum şekilde etki etmesi yönünde çalışmalar yapılabilir. Sonucunda ticariler ile yeni sentezlenen maddeler arasında çeşitli yönlerden karşılaştırmalar yapılarak eksiklikleri ve üstünlükleri belirlenebilir.

KAYNAKLAR

- ALAY, M., K., ÖKTEM, T., 2004. Bazı Antibakteryal İşlemlerin Yıkamaya Karşı Dayanımı, Tekstil ve Konfeksiyon, 3, s162-166
- Anonymous. NCCLS (National Committee for Clinical Laboratory Standards). Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, The 9th International Supplement; M100-S9, Villanova, PA, 1999.
- ASTM E-2149-01. Standard Test Method for Determining the Antimicrobial Activity of Immobilized Antimicrobial Agents Under Dynamic Contact Conditions
- BALCI, H., BABAARSLAN, O., 2005. Antibakteriyel Bitim İşleminin % 100 Pamuklu Kumaş Özelliklerine Etkisi. Tekstil Teknolojileri ve Tekstil makineleri Kongresi, Kasım, Gaziantep
- BORSA, J., LAZAR, K., KİSS, K., ZALA, J., 2004. Hastanelerde Kullanılan Pamuklu Kumaşların Yıkamaya Dayanıklı Antimikrobiyal Bitim İşlemi, 10. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, İzmir
- BRADSHAW, L.J., 1992. Laboratory Microbiology. Fourth Edition, Printed in U.S.A., 435s.
- BULGUN, E.Y., YEŞİLPINAR, S., KAYACAN, O., 2004. Akıllı Giysilerdeki Gelişmeler. Nonwoven Technical Textiles Technology Dergisi, 4.sayı, 38-46
- CHUNG, Y., KWANG, K., VE KİM, J., 1998. Durable Press and Antimicrobial Finishing of Cotton Fabrics with a Citric Acid and Chitosan Treatment. Textile Research Journal, 68 (10), s772-775
- CİRELİ, A., MUTLU, M., KUTLU, B., 2005. Tekstil Endüstrisinin Olası Problemlerinin Üstesinden Gelmek İçin Plazma Polimerizasyon Teknolojisi, 3. Uluslar arası Teknik Tekstiller Kongresi Bildiri Kitabı, 13-15 Ağustos, İstanbul
- COLLINS, C., H. and LYNE, P., M., 1989. Microbiological Methods. Butterworths & Co. (Publishers) Ltd. London, 450s.
- DEVRENT, N., YILMAZ, N.,D., 2004. Tekstil Endüstrisinde Kullanılan Antimikrobiyal Lifler. Nonwoven Technical Textiles Technology Dergisi, 4.sayı, 48-55

- EFFENBERGER, F., FRANK, F., 2004. Kimyasal Liflerde Karbon Nanotüplerin Hazırlanması ve Uygulamaları. 10. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, İzmir
- EL-NAGGAR, A., M., ZOHDY, M., H., HASSAN, M., S., KHALİL, E., M., 2003. Antimicrobial Protection of Cotton and Cotton/Polyester Fabrics by Radiation and Thermal Treatments. I. Effect of ZnO Formulation on the Mechanical and Dyeing Properties. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 88, 1129-1137
- EL-TAHLAWY, K., EL-BENDARY, M., ELHENDAWY, A., HUDSON, S., 2005. The Antimicrobial Activity of Cotton Fabrics Treated with Different Crosslinking Agents and Chitosan, Carbohydrate Polymers, s1-10
- EMEK, A., 2004. Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve İhraç İmkanları. Araştırma ve Geliştirme Başkanlığı Sanayi Dairesi Uzmanlık Tezi, Ankara (www.igeme.gov.tr/tur/haber/uzmantez/teknik_tekstiller)
- ERKAN, G., ERDOĞAN, Ü., H., KAYACAN, O., 2005. Tekstil Sektöründe Nano-Teknoloji Uygulamaları. Tekstil Teknolojileri ve Tekstil Makinaları Kongresi Bildiriler Kitabı, MMO yayın no: E/2005/392, s 19-27, Gaziantep
- FRYDRYCH, I., MATUSIAK, M., 2003. Changes in Fabric Handle Resulting from Different Fabric finishing, Fibers&Textiles in Eastern Europe, Vol.11, No. 2 (41), s42-47
- Gemsan Ürün Kataloğu, 2005
- GÖK., T., 1995. Aramid Lifleri. Tekstil&Teknik Dergisi, Haziran, s28-32
- GÖKALP, E., 2005. Akıllı (Fonksiyonel) Tekstiller. Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Proje, Adana
- GURARDA, A, MERİÇ, B., 2005. Sewing Needle Penetration Forces and Elastane Fiber Damage During the Sewing of Cotton/Elastane Woven Fabrics, Textile Research Journal, August (www.finarticles.com)
- GÜLA, Ö., 2004. Yüksek Performanslı Lifler. Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bitirme Ödevi, Adana
- GÜRDİLEK, R. Umutla Kabusun Arasında Nanoteknoloji. Bilim Teknik Dergisi, Sayı:398, Sayfa: 40-43

- HAGEWOOD, J., 2004. Polimerik Nanoelyaf Üretimi. Tekstil Maraton Dergisi, Temmuz-Ağustos (4), Adana, s18-20
- HAN, S. VE YANG, Y., 2005. Antimicrobial Activity of Wool Fabric Treated with Curcumin, Dyes and Pigments, 64, s157-161
- KALAYCI, Ş., (2006). Tekstil Terbiyesinde Farklı Kimyasal Apre Uygulamaları, Ç.Ü. Müh-Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bitirme Ödevi, Adana
- KARAKAŞ, H., UÇAR, N., 2004. Akıllı Tekstil ve Giysiler için Biyo İşlemler. Nonwoven Technical Texiles Technology Dergisi, 4.sayı, 33-36
- KAVAK, H., 2005. Nanoteknoloji ve Uygulamaları. Ç.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Semineri, www.cu.edu.tr/ Fen-Edebiyat Fakültesi
- KAYATÜRK, N., 2003. Florokarbon Esaslı Su, Yağ ve Kir İtici Apre Uygulamaları. ISTEK 2003, Uluslar arası Isparta Tekstil Kongresi, Isparta
- KEIL, M., 2004. Akıllı Tekstiller Fonksiyonelliğin Yedeği mi Yoksa Tamamlayıcısı mı?. Tekstil Maraton Dergisi, Mart-Nisan, s 73-74.
- KIEKENS, P., WESTBROEK, P., PRINIOTAKIS, G., VAN LANGENHOVE, L., 2004. Elektrokimyasal Özdirenç Spektroskopisi ile İncelenen Akıllı Tekstillerin Elektrot Davranışı. X. Uluslar arası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, İzmir.
- KİM, Y., H. ve SUN, G., 2001. Durable Antimicrobial Finishing of Nylon Fabrics with Acid Dyes and a Quaternary Ammonium Salt, Textile Research Journal, 71(4), s318-323
- KUT, D., GÜNEŞOĞLU C., 2005. Nanoteknoloji ve Tekstil Sektöründeki Uygulamaları. Tekstil&Teknik Dergisi, Şubat, İstanbul, s224-230
- KUT, D., ORHAN, M., 2005. Tekstillere Uygulanan Antimikrobiyal İşlemler. Bölüm 1- Genel Antimikrobiyal İşlemler. Tekstil&Teknik Dergisi, Şubat, İstanbul, s206-214
- KUTLU, B., 2002. Isıya Dayanıklı ve Isıdan Koruyucu Giysilerin Termal Analizi ve Performans Özellikleri. Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir

- LEE, S., CHO, J., CHO, G., 1999. Antimicrobial and Blood Repellent Finishes for Cotton and Nonwoven Fabrics Based on Chitosan and Fluoropolymers, *Textile Research Journal*, 69(2), s104-112
- LEE, H., J., YEO, S., Y., JEONG, S., H., 2003. Antibacterial effect of nanosized silver colloidal solution on textile fabrics, *Journal of Materials Science*, 38, s2199-2204
- LICKFIELD, G., C., YANG, C., Q, DREWS, M., J., ASPLAND, J., R., 2000. Abrasion Resistance of Durable Press Finish Cotton, *National Textile Center Annual Report*, C00-C01, November, (www.mse.clemson.edu)
- LİM, S., HUDSON, S., M, 2004. Application of a Fiber-reactive Chitosan Derivative to Cotton Fabric as an Antimicrobial Textile Finish, *Carbohydrate Polymers*, 56, s227-234
- MA, M., SUN, G., 2005. Antimicrobial Cationik Dyes. Part 3: Simultaneous Dying and Antimicrobial Finishing of Acrylic Fabrics, *Dyes and Pigments*, 66, s33-41
- MAMALIS, P., ANDREPOULOS, A., SPYRELLIS, N., 2001. The Effect of a Durable Flame-Retardent Finishing on the Mechanical Properties of Cotton Knitted Fabrics, *International Journal of Clothing Science and Technology*, Vol.13, No.2, s132-144
- MANICH, A., M., MARTI, M., SAURI, R., M., CASTELLAR, M., D., CARVALHO, J., 2006. Effect of Finishing on Woven Fabric Structure and Compressional and Cyclic Multiaxial Strain Properties, *Textile Research Journal*, Vol. 76 (1), s86-93
- MATHIS, R., 2004. Günümüzde ve Gelecekte Aktif Tekstiller, 10. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu, İzmir
- NAKASHİMA, T., SAKAGAMİ, Y., ITO, H., MATSUO, M., 2001. Antimicrobial Activity of Cellulose Fabrics Modified with Metallic Salts, *Textile Research Journal*, 71(8), s688-694
- QIAN, L., HENISTROZA, J. P., 2004. Application of Nanotechnology for High Performance Textiles. College of Textiles, North Carolina State University, *Journal of Textile and Apparel Technology and Management (JTATM)*, Volume 4, Issue 1.

- QIAN, L., SUN, G., 2003. Durable and Regenerable Antimicrobial Textiles: Synthesis and Applications of 3-Methylol-2,2,5,5-tetramethyl-imidazolidin-4-one (MTMIO), *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 89, s2418-2425
- RAMACHANDRAN, T., RAJENDRAKUMAR, K., RAJENDRAN, R., 2004. Antimicrobial Textiles – an Overview. *IE (I) Journal – TX.*, February, 84, s 42-47.
- RAVANDİ, S., A., H., BADROSSAMAY, M., R., MORSHED, M., 2004. Effects of Finishing Treatments on the Distribution of Internal Forces within Plain Woven Fabrics, *Iranian Polymer Journal*, 13 (4), s269-273
- SEELEY, W.,H., VanDemark P.,J., 1981. *Microbes in Action a Laborotory Manuel of Microbiology*, Third Edition , W.H. Freeman and Company, 386s.
- SEONG, H., KİM, J., ve KO, S., 1999. Preparing Chito-Oligosaccharides as Antimicrobial Agents for Cotton, *Textile Research Journal*, 69(7), s483-488
- Setaş Kimya Ürün Katoloğu, 2005
- SHAO, H., JİANG, L., MENG, W., QİNG, F., 2003. Synthesis and Antimicrbial Activity of a Perfluoroalkyl-containing Quaternary Ammonium Salt. *Journal of Fluorine Chemistry*, 124, s89-91
- SINGH, R., JAİN, A., PANWAR, S., GUPTA, D. VE KHARE, S., K., 2005. Antimicrobial Activity of some Natural Dyes, *Dyes and Pigments*, 66, s99-102
- SUN, Y., and SUN, G., 2002. Durable and Regenerable Antimicrobial Textile Materials Prepared by a Continuous Grafting Process, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 84, s1592-1599
- SÜPÜREN, G., ÇAY, A., KANAT, E., TARAKÇIOĞLU, I., 2006. Antimikrobiyal Lifler. www.tubitaktam.ege.edu.tr, online
- ŞAHİN, Ö., BULGUN, E.Y., KAYACAN, O., 2004a. Isıtma Fonksiyonlu Akıllı Giysiler. *ASYUINISTA, Akıllı sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu*, İstanbul
- ŞAHİN, Ö., BULGUN, E. Y., KAYACAN, O., 2004b. Geleceğin Askeri. *Nonwoven Technical Textiles* , 9, s 102-111

- TAO, X., 2001. Smart Fibers, Fabrics and Clothing- Introduction and Overview. The Textile Institute, Woodhead Publishing Limited, New York Washington, DC,.316s)
- TARAKÇIOĞLU, I., 2003. <http://www.porttex.com/dünyatekstilverileri>
- TSUKADA, M., KATOH, H., WILSON, D., SHIN, B., ARAI, T., MURAKAMI, R., and FREDDI, G., 2002. Production of Antimicrobially Active Silk Proteins by Use of Metal-Containing Dyestuffs, Journal of Applied Polymer Science, Vol. 86, s1181-1188
- URUŞ, S., SERİNDAG, O., DIĞRAK, M., 2005. Synthesis, Characterization and antimicrobial activities of Cu(I), Ag(I) and Co(II) Complexes with $[CH_3N(CH_2PPh_2)_2]$. Heteroatom Chem., 16, 6, 484-491.
- VASSILIADIS, S., PROVATIDIS, C., PREKAS K., RANGUSS M., 2004. Elektrik İletkenliği Bulunan Eğirilmiş İplikler. 10. Uluslararası İzmir Tekstil ve Hazır Giyim Sempozyumu.
- VURAL,Ü., (Sorumlu yazı işleri müdürü), 2004. Trend Belirleyici Yeni Bir Yaklaşım Nano Teknoloji. Tekstil Teknoloji Dergisi, 9, 102, s186-187
- WHITE, W., C., MONTICELLO, R., A., KRUEGER, J., W., VANDENDAELE, P., 2005. A Comparison of Antimicrobials for the Textile Industry. AEGIS, 4A8 Rev. 04/2005
- YANG, C., Q, ZHOU, W., LICKFIELD, G., C., PARACHURA, K., 2003. Cellulase Treatment of Durable Press Finished Cotton Fabric: Effects on Fabric Strength, Abrasion Resistance and Handle, Textile Research Journal, Dec, (www.findarticles.com)
- YURDAKUL, A., ÖKTEM, T., KUMBASAR, P., ATAV, R., KORKMAZ, A., ARABACI, A., 2003. Boyama İşleminden Sonra Kullanılan Tekstil Kimyasallarının ve Diğer Terbiye İşlemlerinin Haslık Özellikleri Üzerine Etkileri, TÜBİTAK Tekstil Araştırma Merkezi, Proje No: TAM 2002-02, İzmir
- ZHANG, Z., CHEN, L., JI, J., HUANG, Y. and CHEN, D., 2003. Antibacterial Properties of Cotton Fabrics Treated with Chitosan, Textile Research Journal, 73 (12), 1103-1106
- 3xdry, www.3xdry.com, 03.09.2004

- Akwatek® Poliester ve Akwadyne® Nylon, <http://www.fabriclink.com/pk/akwatek/home.html>, 05.01.2005
- Carbon-Nano lif Composites, www.ptfe.gatech.edu, 06.09.2004
- Confortrel, www.wellmanwlm.com, 28.08.2005
- Coolmax, www.dupont.com/coolmax, 03.09.2004
- Coolmax, www.dupont.com/coolmax/htm/rm-coolmax-alta.html, 03.09.2004
- Coolmax, www.tacwear.com/images3/chart14, 03.09.2004
- Cool-Plus, www.cool-plus.com, 05.01.2005
- Cyclofresh, www.active-textiles.com/cyclofresh, 11.11.2004
- Çorabınız Nasıl Olsun, www.ntvmsnbc.com, a, 29.05.2003
- Damat Tween'den Koku emen Akıllı Elbise, www.hurriyetim.com.tr, 31.08.2004
- Electrospinning, www.che.vt.edu/Wilkes/electrospinning.htm, 04.01.2005
- Finishing of Textile Materials, www.interscience.wiley.com/cgi-bin/5, 05.01.2005
- Geleceği Akıllı Kumaşlar Saracak, www.sabah.com.tr, 06.05.2004
- Holofiber, www.holofiber.com, 14.03.2005
- <http://europa.eu.int/comm/enterprise/textile/innovation.htm>, 2005
- Investigation of the Fiber, Bulk, and Surface Properties of Meltblown and Electrospun Polymeric Fabrics, <http://plasma.ee.utk.edu>, 07.02.2006
- Invista, Modern Cotton Supplex, www.invista.com, 14.09.2005
- Invista-Tactel, www.tactel.com, 14.09.2005
- Laboratuar Cihazları, www.atacmakina.com, 21.06.2005
- Laboratuar Cihazları, www.aygenteks.com.tr, 21.06.2005
- Laboratuar Cihazları, www.etki.com, 21.06.2005
- Learning from the Lotus Flower-Selfcleaning Coatings on Glass, <http://www.turi.org/content>, 05.01.2005
- Leke Tutmayan Tişört, www.radikal.com, 6 Şubat 2004
- Microfiber, www.fibersource.com/f-tutor/micro.htm, 25.08.2005
- Mikrokapsüller-Skintex, www.ttam.ege.edu.tr, 17.01.2006
- Mipán, Aqua-F, www.mipan.co.kr, 25.05.2005
- Nano-Dry- See How it Works, www.elbeco.com, 02.09.2004
- Nanofibers Webs From Electrospinning, www.donaldson.com, 04.01.2005

- Nano-sphere, www.nano-sphere.ch, 03.09.2004
- Optical Camouflage, www.hightex2005.com/akillitekstiller, 20.06.2005
- Plazma Polimerizasyon Teknolojisi, www.ifam.fhg.de, 2006
- Polimer Esaslı Nanoliflerin Üretimi, <http://www.tad.com.tr/arsiv/d2004/s2/elyaf/nano.html>, 07.10.2004
- Ready to Ware, [www.spectrum.ieee.org/ WEBONLY/publicfeature/oct03/ware](http://www.spectrum.ieee.org/WEBONLY/publicfeature/oct03/ware), 02.09.2004
- Securelle, www.dupont.com/securelle, 03.09.2004
- Self-Cleaning Surfaces- Virtual Realities, www.nature.com/nmat/journal, 05.01.2005
- Six Supplemental Benefits of Diaplex, www.diaplex.com, 03.09.2004
- Skintex, www.active-textiles.com/skintex, 05.01.2005
- Smart Shirt, www.gtwm.gatech.edu, 06.09.2004
- Smart Textiles, www.sensatex.com, 26.10.2004
- Softswich Applications, www.softswich.com, 26.11.2006
- Su ve Leke Tutmayan Pantolon, www.ntvmsnbc.com, b, 10.03.2004
- Teknik Tekstiller Dünya Pazarı, Türkiye'nin Üretim ve İhraç İmkanları, www.igeme.gov.tr, 25.05.2005
- Thermolite, www.dupontsa.com/fibers/thermolite_base.html, 03.09.2004
- Thermstat, www.dupont.com/thermstat, 03.09.2004
- Vizyon 2023 Tekstil, <http://vizyon2023.tubitak.gov.tr>, 03.09.2004

ÖZGEÇMİŞ

26.05.1981 tarihinde Ürgüp'te doğdu. İlk-orta-lise eğitimini Adana'da tamamladı. 1999 yılında Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümünü kazandı ve aynı yıl lisans eğitimine başladı. 2003-Haziran'da bu bölümden mezun oldu. Ağustos 2003'te TÜBİTAK ADANA Üniversite-Sanayi Ortak Araştırma Merkezi'nde Tekstilde Ölçme ve Kalite Kontrol Laboratuvarı'ndan sorumlu merkez uzmanı olarak işe başladı. Eylül 2003'te aynı bölümde Yüksel Lisans eğitimi yapmaya hak kazandı. Halen merkez uzmanı olarak görevini sürdürmektedir.